

電気事業の問題点

一 結論

一九五六年五月、O E E Cは、エネルギーの量的確保を強調し、国産エネルギーである石炭の増産に努力するよう勧告したいわゆるハートレー報告を発表した。しかし、その後、安価な石油の供給過剰というエネルギー状態の変化により、エネルギー供給量の確保の緊急性はなくなった。一九六〇年一月、O E E Cは、エネルギーの経済性を前面に押し出し、エネルギーは消費者が自由に選択出来、低廉で安定的に供給することを原則とすべきであり、そのためには、各種エネルギー間の競争を公正にし、国産奨励のための人為的な保護手段は避けるべきであるという内容のロビンソン報告を発表した。

井出野 栄 吉

これと似たような状況が石油危機を契機にわが国でも生じてきたと思われる。即ち、第一次石油危機後の数年間におけるエネルギー問題の焦点は、需要に見合う供給量の確保であったが、第二次石油危機以降は、エネルギー需要の低迷によりエネルギー供給量の確保の緊急性は緩和され、各種エネルギー間の競争を含んだエネルギーコストの低減化が焦点となってきたのである。

電気事業をとりまく環境も、それに伴って大きく変化してきた。本論文では、良質、低廉な電気の供給をめぐるわが国の電気事業の課題について述べることにする。

二 電気供給

電気の利用は社会のいたるところまで行きわたり、電

力需要の伸びは鈍化しているとは言え、ハイテクノロジーを中心とした技術開発が進められ、コンピュータ、ロボット、ホームエレクトロニクス、高度情報通信システムの普及に伴い高度で豊かな国民生活の形成が図られるにつれ、電気への依存度は今後一層高まるものと思われる。

電気をめぐる社会状況は大きく変化しつつあり、良質な電気の安定供給が重要な課題となってきている。

良質な電気とはどういうものであるか。需要者にとっては「必要な時に必要な量を、規定の周波数、電圧で供給され、供給信頼度のある、即ち停電することが全くない電気」⁽¹⁾がそれに当たるものであろう。

電力システムの周波数は系統内の総発電電力と総消費電力とに影響され、両者のバランスがとれている間は標準周波数は保たれるが、バランスが崩れると標準を上回ったり下回ったりする。系統周波数の変動は、系統負荷に種々の影響をおよぼし、特に高速電動機を使用する紡績、製紙工場における製品不良、コンピュータの誤差発生、電気時計の進み遅れなどの支障を生じさせる。

電源側でも、水力、火力発電所の出力変化、極端な場

合には火力発電所における振動発生、出力減退があり、また送電損失の増大もあって系統安定度は低下する。

このように、周波数変動すると需要者、電気事業者ともに種々の影響を被るため、規定値の維持には配慮が払われているが、規定値と完全に一致していなければ弊害が生ずるということでもなく^{±0.2}ヘルツの変動幅が設けられており、その範囲内であればその効用は同一となる⁽²⁾。

昭和三二年頃まではかなりの周波数低下がみられていたが、その後、急速な電源開発とそれに伴う調整容量の増大ならびに電力系統の広域連系などに合わせて周波数制御方式が発達し、昭和四〇年以降はほぼ規定値範囲内におさまっている。

一般に電気機器は、定格のもとで最高効率となるよう設計されており、電圧の変動は電動機回転数を変化させたり、テレビの画面を伸縮させたりする。また、蛍光灯では電圧が高すぎても低すぎてもその寿命が短くなる。さらに電圧が八五V以下になると点灯しにくくなる。しかし、ある程度の変動であれば実質的な影響は発生しないよう電気機器は設計されている。常時の電圧変動幅は、電気事業法により101±6V、202±20Vと規定されて

いる。

昭和三〇年代後半以降、電力需給の安定化に伴い、無効電力制御や配電電圧の増大、電線太線化による配電線路の強化、単相三線式の採用などの電圧改善策を進め、二〇〇Vの需要者には昭和四三年度より、また一〇〇Vの需要者には昭和四九年度よりそれぞれ一〇〇%、九九%以上が規定値内におさまっている。

今日のように、電気の利用が社会のあらゆる分野に幅広く広がっている時、停電の与える影響は測り知れないものがある。停電は事故によるものと作業によるものがあり、これを皆無にすることは無理である。

需要家一軒当りの停電状況は、昭和四〇年代に入り、電力供給設備の連系、予備系統の設備強化、作業の深夜化などにより著しく減少し、昭和四八年以降の事故による停電は年間〇・五回、三〇分程度である。このうち、配電線の事故によるものは回数で七〇%程度、時間で八〇%以上となっており、一件当りの影響範囲は一般的に小さい。一方、諸外国の年間平均停電時間は、米国一三〇分程度、英国六〇分程度、フランス二八〇分程度と言われ、わが国の電力サービスは優れた位置にあると言える。

電気の質の向上に関しては種々の対策が講じられ成果をあげてきたのであるが、最近、新たに、停電に至らない瞬間電圧低下への対応と高調波問題への対応とが生じてきた。

瞬間電圧低下の原因の大半は、架空線への雷撃など自然現象によるものである。電力流通設備において落雷などによる事故が発生すると、保護リレーで事故設備を検出し、事故点を遮断、除去するが、それまでのごく僅かの間に系統の電圧は高範囲にわたって低下する。電圧低下の継続時間は、保護リレー、遮断器の動作時間により異なり、高電圧系統ほど短く、低電圧系統では長くなる傾向があり、超高压系統の事故では〇・一秒以下、それ以下の系統の事故でも〇・五秒以下で、一般に〇・〇七秒から二秒程度である。また瞬間電圧低下の影響範囲は、事故発生個所によって異なり、高電圧系統における事故ほど広範囲におよび、低電圧系統における事故ほど小範囲となる。発生頻度は襲雷の多い地方で年一〇回におよぶところもあるが、平均三〜四回である。

瞬間電圧低下の影響は特に、コンピュータ、OA機器、FA機器、マグネツトスイッチ使用の工場用モータ

1、サイリスタ速度制御の上下水ポンプ用などのモーターや店舗、道路、運動施設照明用などの高圧放電ランプに著るしい。これらの機器は、電圧が二〇から五〇%低下し、その継続時間が数ミリ秒から数十ミリ秒であっても停止することがあり、このため、製造業ではこのような事故に無対策の場合、殆んどすべてのコンピュターやモーターが止まり生産ラインが停止し、製品不良を生じたり、ラインの再稼働に長時間を要するという弊害を生ずることとなる。電力系統の拡大に伴なって、この瞬間電圧低下の発生頻度は今後増加すると予想されており、O A機器、F A機器の急速な普及と高度情報通信システムの進展につれて、多くの部門にその影響が心配されるに至った。

停電の減少を目的とした雷害事故防止対策としては、配電線への放電クランプ、避雷器などの取り付けを進める一方、他の自然現象による停電の減少対策も講じられているが、これらの対策はいずれも瞬間電圧低下に直接効果をもつものではない。事故点の遮断、除去には現在の最高水準の速度である七〇ミリ秒程度をもってしても、情報、制御機器の鋭敏なものには到底間に合わず、従っ

て電力系統側の装置によりこれらの機器の機能を保全することは極めて困難であり、現在のところ、これら機器を使用する側でその対応を行なわざるを得ない状況である。

既に瞬間電圧低下対策が実施済みのところは、鉄鋼、化学、上下水道など、一般の停電を含めて電圧変動による影響が大きいプラントや金融機関の計算センターなどの重要コンピュターで、ここでは例えば、マグネットスイッチ使用のモーターにはスイッチの動作遅延化を、高圧放電ランプには瞬時再点灯装置の設置を、コンピュター、O A機器、F A機器には無停電定圧定周波電源装置(CVCF)の設置を行なっている。しかし、対策費用が高額なため普及率は低く、特に対策が必要と思われる業種でも対策完了率は四〇%程度である⁽³⁾という。

最近、F A、O Aなどのコンピュター機器や、これによって制御されるインバーター機器、家庭電器製品などの民生用機器に至るまで整流器や直流変換器を利用した機器が増加している。

これらの機器は電源周波数以上の短周期で電流を断続させて使用するため、負荷電流には高調波成分が含まれ

ており、これらの高調波により需要設備の電力用コンデンサーが過熱、焼損したり異常音を発したりする被害が報告されている。また、ヨーロッパでは電力系統の負荷制御への影響も重視されるなど電力系統を通じて、他の機器やシステムに悪影響をおよぼしている。

今後、エレクトロニクス機器が飛躍的に普及することが予想されるところから、海外ではすでに国際機関であるIEECにおいて規制化が発表されていると言われるが、その対策の検討が行なわれている。

三 コージェネレーションシステム

コージェネレーションシステムとは、例えばガスエンジン、ディーゼルエンジンなどにより発電を行なう一方、その廃熱を利用して給湯や冷暖房などの熱供給も行なうというように複数の有効な二次エネルギーを同時に発生し供給するシステムである。

外国では古くからその例があるが、わが国でも、紙・パルプ産業や化学産業のような熱需要の旺盛な工場が、自家発電設備からの排熱を製品加工プロセスで利用するなどの例があった。最近では、ホテル、事務所ビルにも

普及してきており、中でも民生用で大規模の例は昭和五年二月に建設された東京ガスビルディングで、このビルではガスタービン常用発電設備一〇〇〇kw二基で自家発電し、その際放出される廃熱によって地域冷暖房を行なうというシステムを採っている。

このようなシステムへの関心が高まったのは、二度にわたる石油危機後、産業構造は変化し、また省エネルギーおよびエネルギーの有効利用が積極的に進められるとともに、エネルギー需要低成長下で、各エネルギー産業が発展し行くには、需要の開拓、事業の多角化が必要となったからである。熱需要分野の重要性と新市場の開拓を目指したガス産業は、それまではガスの利用のすくなくった工業用、業務用に都市ガスの販路を拡大して都市ガス事業の経営の安定化を図るところから、ガス利用技術の開発に努力し、ガスによるビル冷房やコージェネレーションシステムに進出していったのである。

コージェネレーションシステムの普及はどのような効果をもたらすものであろうか。

電気は安全かつ便利で入手が容易でありクリーンであることなどから、国民生活の必需品となっているが、石

油を中心とした一次エネルギー投入量から生産される電気エネルギーは、その約四〇%に過ぎない。また、電源立地は種々の理由により、需要地から遠い人口密度の低い場所を選ばざるを得なくなっているため、電気の生産、輸送の際に放出されるエネルギーは利用されていないかつた。これに対し、コージェネレーションシステムは、生産地と消費地とが同一または近接しているため、電気と熱の需要が効率よく配分されると、発電効率約三〇%、熱利用率四〇〜五〇%が理論的に可能であり、総合熱効率は従来約二倍の七〇〜八〇%になると言われ、一次エネルギーの利用効率が高いので省エネルギー効果を発揮するばかりでなく、LNGを主原料とした都市ガスを燃料とすれば石油代替エネルギーの導入の観点からも評価し得るものである。

電気はそれ自体では貯蔵することが出来ず、生産と消費とが同時に行なわれるので、短期的な需要変動に供給を直ちに対応させることは困難である。電気事業はこのため季節的・時間的な需要変動にも十分対応出来るよう、電気を生産、輸送、販売するため、発電所、送電所、変電所、配電線など多くの設備や電気エネルギー供給のネ

ットワークシステムが必要となる。

また、電気は、光、熱、動力としての利用のみではなく、通信、放送、電子部門など幅広く利用されており、このうち熱需要については、ガス、石油などとの競合が考えられるもののそれ以外の分野では他のエネルギーによる代替は極めて困難なエネルギーである。

このような電気事業の特性および電気エネルギーの特性を考慮すると、電気の有効利用は電気供給者にも需要家にも重要な課題となってくるのである。

わが国の年間最大電力は、昭和二六年度から昭和三三年度までは冬季に発生していたが、冷房設備の比重の高い業務用電力の増加、工場の空調冷房設備の増加、家庭用ルームクーラーの普及などにより、昭和四〇年度を境として、夏季に発生するようになり、その後年負荷率は低下の一途をたどっている。この年負荷率の低下は、電源設備の稼働率の低下を招き、送変配電の流通設備を含めて、より多くの供給設備を必要とすることとなり資本費の高騰をもたらす一要因ともなっている。

一方、都市ガスは、現在家庭用のみならず商業用や工業用など広範囲な分野において欠くことの出来ない熱エ

エネルギーとなっているが、その需要の過半は家庭用である。

夏季と冬季の家庭用需要量を比較してみると、電力の場合と異なり、夏季は冬季の約半分となっている。都市ガスの製造、供給設備は冬季の需要に対応する能力を確保する必要があるので、この都市ガス利用の季節差は設備の効率的利用に大きな障害となっており、需要の平準化は長年の課題となっていた。

都市ガスによる冷暖房システムは昭和四六年に第一号が稼働した。その後、石油危機に伴うエネルギー政策の転換に際し、都市ガスが石油代替エネルギーとして位置づけられるなかで、ガス冷暖房は省エネルギー、省スペース性が認められ、新築大型ビルを中心に採用されている。

ガス冷房需要の開拓は、夏季のガス需要の増加をもたらし、年間需要の平準化、それによる設備の稼働率の向上、およびガス製造供給コストの低廉化に寄与する効果を有するのみではなく、夏季の電力需要の先鋭化を緩和するのにも役立つものとなる。

上述のことから明らかのように、例えばガス冷房を組

込んだコージェネレーションシステムは、これを電気事業者の立場から眺めてみると、夏季冷房需要時における電力の先鋭化を除去することが可能となり、電力負荷の平準化による電源設備の有効利用を図ることが出来る利点を有するものと言えよう。

今日のエネルギー需要低成長下では、かつてのスケールメリットを追求した大規模電源開発による電力供給形態を見直す考え方があられる。懐妊期間の長い発電所建設のみに依存するよりは、コージェネレーションシステムのよるな建設期間が短かく規模の小さい方が、かえってエネルギー需要に応じた段階的対応が容易であり、大規模電源建設による過大な先行投資が避けられ、また長距離送電線など電力流通設備のコストを軽減出来るものである。

コージェネレーションシステムを需要家の立場から眺めてみよう。

従来、各エネルギー需要家は種々の省エネルギー方策によりエネルギーコストの低減を図ってきたが、自家発電の設置が可能な一部の大規模工場を除いて、電気は電力会社からの購入にのみ頼り、そのコストは電気料金制

度の枠内でしか選択権がなかったのである。コジェネレーションシステムの導入は、このような需要家に対して電気エネルギー購入の選択の幅を拡大させることとなり、そのエネルギー効率の高さと相まって、電気の質をさして重要視しないような多様化されたエネルギー需要家に対応した安価なエネルギーが得られる道を提供するものとなる。

以上述べてきたように、コジェネレーションシステムのようないわゆる分散型電源は、既存の大規模発電システムに対して、諸種の特徴をもち、多くの補完的役割を果たし得るものと期待されるのであるが、その普及は諸種の状況に左右されるので今直ちに断定するのは困難と思われる。制度的にも、電気事業法の下で地域独占事業として確立されてきたわが国の電力供給体制の中に、この分散型電源を導入していく際には既存の電力供給との調整を含む多くの問題点があるからである。

これらの問題点については検討が重ねられ、コジェネレーションシステムに対する基本的な考え方と、その導入に当たったの具体的な対応策を内容とする次のような報告書が提出されている。

1 基本的考え方

コジェネレーションシステムはガスタービン、ガスエンジンなどにより発電を行う一方で、その廃熱を利用して給湯などの熱需要に応えるシステムであり、電力需要と熱需要の適切な組み合わせが可能な場合には、エネルギー効率の向上、コストの低減という利点がある。

しかしながら、その導入にあたっては設備の効率的利用、予備電力の確保などの観点から、一般電気事業者に依存せざるを得ない場合が多い。また、その導入の形態および程度いかんによっては、一般電気事業者に対し、電気品質、系統の保護・保安、電気負荷の状況および供給秩序の面で影響を与える可能性がある。既存の電力供給との適切な調整が図られたいうで導入される必要がある。さらに、都市公害、保安などについて、適切に配慮すべきことは当然である。

わが国におけるコジェネレーションシステムの普及は緒についたばかりであり、その実績も多くないことから、今後その実態を把握するとともに、本委員会の示す具体的な対応策の下におけるコジェネレーションシステムの普及動向を踏まえ、必要に応じ、対応策の見直しを行う

べきであると考ええる。また、燃料電池などの技術開発の動向やその影響などを踏まえ、対応策について再検討する必要がある。

2 対応のあり方について

前述の「基本的考え方」の下において、コジェネレーションシステム導入にあたっての具体的な対応については、以下のとおりとする。

(1) 一般電力系統への併入について

一般電力系統への併入については、稼働率の向上、電気の質の向上などの観点からコジェネレーションシステム設置者からの要請が強いが、次の二つの条件が満たされている場合には併入しても技術的には問題がないものと考えられる。

(a) コジェネレーションシステムの併入によって、供給

信頼度（停電など）、電力品質（電圧、周波数、力率など）の面で他の電力需要家に悪影響を及ぼさないこと。

(b) コジェネレーションシステムの併入によって、公衆

および作業者の安全確保と、電力供給設備あるいは他の需要家の設備の保全に悪影響が生じないこと。

かかる条件を満たすために必要な具体的事項を、「系統連系技術要件ガイドライン」として定め、コジェネレーションシステム設置者などに対しても指導することとする。なお、当分の間は、本ガイドラインにより運用することとし、必要に応じ実績を踏まえ、技術基準（省令）に織り込むこととする。

なお、負担の公平の原則から、本ガイドラインで定められた具体的必要事項については、これをコジェネレーションシステム設置者の負担において行うこととする。

(2) 予備電力について

コジェネレーションシステムは、定検・補修時または事故時に備え、一般電気事業者からの予備電力の確保が必要となる。

コジェネレーションシステムは、今後ともその大半が業務用電力として導入されるものと予想されるが、従来はコジェネレーションシステム（業務用自家発電）に適用される予備電力契約は設けられていなかった（産業用自家発電を対象とした予備電力（甲）のみ）。今回、コジェネレーションシステムを適切に位置付け、その導入を図る観点から、新たに業務用予備電力契約制度を設定

するものとする。

この業務用予備電力契約は、現行の予備電力(甲)と比較して、一般的には以下の点で利用実態が異なると考えられ、予備電力(甲)の供給条件を基本としつつも、これらの相違点を適切に反映させた制度とすることが必要である。

(a)定検、補修などの時期について、産業用自家発電では夏季を避けるなど電力会社との調整が可能であるのに対して、業務用自家発電は小規模かつ多数になるものと予想されることから、こうした個別管理に關して困難な面がある。

(b)日常の自家発電管理体制も異なることが予想され、産業用自家発電に比し、業務用自家発電の方が予備電力を利用する機会が多くなる可能性がある。

(c)業務用電力の用途は一般産業用とは異なっており、負荷を計画的に調整することには困難な面がある。

(d)産業用自家発電が主として特別高圧系統に接続されるのに対して、業務用自家発電は高圧系統に接続されるものが大半であると考えられる。

なお、コジェネレーションシステムが一般電気系統に

並列される場合には、適正な需給契約秩序の維持の観点から、定検・補修時または事故時における不足電力について、業務用予備電力契約に加入することが必要であると考えられる。

(3)ガスタービン、ガスエンジンなどの保安について
ガスタービン、ガスエンジンなどの発電設備については、電気工作物として電気事業法の保安規制を受けている。一方、都市ガスの供給を受け、ガスタービン、ガスエンジンを使用する場合には、これらの燃焼器はガス消費機器としてガス事業法の保安規制を受けており、排熱回収ボイラーについても電気事業法、ガス事業法、熱供給事業法(一般の需要に依じる場合に限る)または労働安全衛生法の適用を受けている。

今後業務用ビルなどに設置する都市ガスを燃料としたコジェネレーションシステム用のガスタービン、ガスエンジンにあたっては、関係法令の整合性に留意しつつ、高い圧力で大量のガスを屋内で消費することなども勘案して、以下のような保安確保のための措置を講ずることとする。

(a)ガス保安の観点から、ガス配管への遮断装置の設置

の義務付け、地震用伸縮吸収構造の採用など、ガス消費機器としての設計・製作・設置基準および保守管理の実施方法などを内容とするガイドラインを作成する。

(b)電気主任技術者の選任の問題については、コジエネレーションシステム設備の具備すべき保安レベルを検討し、可能な場合には、保守・管理について保安協会などに委託できるように、電気事業法施行規則の改正を行う。

(c)ビル内に設置するコジエネレーションシステムについては、各種の法令により保守防災面からの規制を受けるが、保安の周知徹底を図るため、民間サイドにおいてこれら関係法令による規制を総合的に網羅した保安マニュアルを作成するよう指導する。

しかし、この新システムであるコジエネレーションシステムが今後普及し、新市場を獲得するためには、経済性のほか信頼性の面で既存システムと十分競合出来るだけのものとなる必要があることは論を俟たない。

諸外国におけるコジエネレーションシステム普及の程度は各国ごとに大きく異なっている。これは、それぞれ

の国の法律、気候条件、生活様式、生活水準、都市形成の過程、エネルギー源の供給可能性と価格水準など、数多くの要因が寄与しているためである。

米国では、ある一定条件下で電力会社が、自家発電やコジエネレーションシステムで発生した電気を購入することが義務付けられた公益事業規制政策法（パーパ―法）が一九七八年に成立している。また、英国では、産業用コジエネレーションシステムは現在、紙・パルプ、石油精製などのエネルギー多消費産業を中心に約一四〇カ所での設備が稼働し、産業用電力の約八％をまかなっているが、都市部における民生用コジエネレーションシステムは殆んどないと言われている。こうした状況の中で、英国は、一九八三年に産業用、民生用を問わず排熱利用を含む全般的省エネルギー化を促進させる姿勢を示し、「一九八三年エネルギー法」を制定し、国営企業によって運営されている電気事業に競争原理を導入するため、民間発電業者が発電部門に参入出来るように電気事業者これら民間発電業者との系統接続などを義務付け、分散型電源の普及を促進した。

このように、米国や英国ではコジエネレーションシ

テムの普及を政策的に促進するため法律を制定し、制度面でも、これらの設備が急速に市場を獲得し得る条件を整えている。米国においては産業用やガスを燃料とする小規模コージェネレーションシステムの設置申請数が急増している。これは、パーパー法により、余剰電力を電力会社へ売電でき、売電価格がコージェネレーションシステム側に有利となるよう規定されている上、電力会社は買電を拒否出来ないとされているためである。一方、これら申請設備の設置予定地域には偏りがあり、一九八五年一月一日までにパーパー法の適用を申請したコージェネレーションシステムは四九六件、一六四六万kwにもものぼったが、全申請数の三五%がカリフォルニア州、九%がテキサス州で、また、容量比では、三七%がテキサス州、二〇%がカリフォルニア州と特定の州に集中している。これは、それぞれの州の特殊事情によるもので、カリフォルニア州の場合は、環境問題などから州内の大型発電所建設が困難となっていることが大きな要因となっており、テキサス州の場合は、ガス料金に比べ電気料金水準がかなり高いことが原因となっているものと思われる。

このように、コージェネレーションシステムの増加は地

域的事情の寄与が大きく、必ずしも法律だけの効果とは言い切れない面をもっている。英国においては法律に基づく新規の業者が現われず、ここでも法律の効果を評価し得る状況にない。このような特別な法律のない西ドイツにおいては、ガスを燃料とする小型のコージェネレーションシステムが普及し始めている。この原因は、電気、ガス、温水を市企業局が一括して供給する事業運営形態によるものと考えられる。このような形態の地域では、コージェネレーションシステムの適正量や運転状況の把握などが同一の事業主体の手によって容易に行えるため、その導入は比較的円滑に進めることが可能となるからである。

フランスは、原子力発電の大量導入を行い、エネルギー需要を積極的に電力へ転換しており、一九八四年における民生用エネルギー消費の約四五%が電力消費となっており、石油の消費割合は三四%であった。このようなことからフランスではコージェネレーションシステムについての活発な動きはない。また、水力を主体とする電力が極めて豊富でかつその価格が安価に供給されているスウェーデンでは、地域熱供給プラントにさえ電気ボイラー

や大型ヒートポンプが多数使用されており、コジェネレーションシステムの利用は必ずしも多くない。

ここで、コジェネレーションシステム導入による影響を米国を例にとって眺めることとする。

前述のように米国では特定の地域にコジェネレーションシステムが急増したため、当該地域の電力会社は電力需給運営や経営について歪を生ずるようになった。テキサス州では、コジェネレーションシステムの大部分が特定の電力会社の供給地域に集中したため、その電力会社は石炭火力発電所の建設繰り延べを行わざるを得ない結果となった。また、カリフォルニア州では、過大な発電能力を有するコジェネレーションシステムが際限なく増大することを抑制し、自家消費を主体とする小型のものへ移行させるため、コジェネレーションシステムから電力会社が長期に買売する契約の承認を一年間差止めるとともに、電力需給から見て不必要と判断される設備の認可は行なわないこととしたという。

四 ロードマネジメント

最近の電力需要は、円高による鋳工業生産活動の停滞

および自家発電の増加などにより産業用需要が減退しているものの、民生用需要は増加している。

円高による鉄鋼をはじめとする電力多消費産業の生産合理化や加工組立型産業の海外進出などは、今後も産業用電力需要の動向に大きい影響を与えるものと思われる。石油価格の低下によって、例えば紙・パルプ産業では、それまで休止していた老朽火力を復活させて買電を一部中止したり、石油産業のようにオフガスを利用した自家発電を行なうところが現われている。

自家発電の稼働増の原因は、購入燃料価格の低下により、自家発電コストが買電コストよりも優位になってきたため、電気料金支払の削減を図ろうとすることにあり、これを理由に休止自家発電の復活使用を含むたき増しが行なわれているという。即ち、各工場における自家発電コストと買電コストとを比較検討すると、ほとんどの場合でたき増し価格が買電コストを下回っており、自家発電の種類によっては夜間、深夜まで自家発電への振替が進んでいるところもあるという状況となっている。

民生用需要については、住宅の質的向上、冷暖房エアコンなどの新型電気製品の普及、情報化社会に伴うビル

の新增設や高層化、OAの進展などの要因により堅調な伸びを示すものと考えられる。

上述のような傾向が一過性のものなのか、あるいは中、長期的なものなのかは別として、季節、時間による電力負荷の差は拡大している。このため電気事業者には、電力需給不均衡とそれに伴う設備利用率の低下への対応が重要な課題となってきた。

電気は、質と量とが同じであっても、その使用場所あるいは使用態様などの使用条件によって電気の供給に要する費用負担が異なってくる。

電気料金の差が生ずる主な使用条件は以下の通りである。

(一) 不等率による差異。多数の需要家のそれぞれの最大需要は必ずしも同時に発生するものではない。例えば、電燈需要は通常夕食時以降に最大需要が発生し、電力需要についてみれば電鉄負荷は朝夕のラッシュ時に、一般工場はこれと異なる午前か午後のある時刻に最大需要が発生することが多い。

不等率は、ある需要種別の個々の需要家の最大電力の和をその需要種別の総合最大電力で割ったもので、個々

の需要家の最大需要が時間的にどのように分散するかを示すものである。

需要原価は供給設備の固定費を反映するものであり、供給設備は各需要種別の総合最大電力に見合う容量の設備が準備されるので、不等率の小さい需要種ほど需要家の最大需要単位 kw 当りの需要原価は高くつくこととなる。最大電力の分散が少なく不等率の低い電燈需要部門が電力需要部門に比べて原価が高いのはこのような要素もあるからである。

(二) 負荷率による差異。負荷率は、平均電力と最大需要電力との百分率で、期間の取り方で、日、月、年負荷率などで示される。

電気の需要は多種多様にわたるため使用状態も自ら異なり、常に一定の電力を継続使用することはほとんどないと言ってもよい。従って多くの場合は最大電力と平均電力との間に差異が生ずる。負荷率に差があれば、使用電力量は同一であっても最大需要電力は異なり、ひいては最大需要電力に対応する需要原価が異なってくる。

電燈需要は、時刻以降は一時的に高い負荷を示すが、他の時間帯は総じて低く、一方電力需要は高負荷が長時

間続いたため、両者の負荷率はかなりの差が生ずる。使用電力量当りの電燈需要の料金が相対的に高く、電力需要の料金が安いのもこの負荷率の大小が要因の一つとなっている。

(三) 輸送行程による差異。発電所で発電された電気は、送電線、変電所、配電線などの輸送行程を経て需要家に供給される。この輸送行程が長くなればそれだけ輸送部門の設備費用も多くなる。例えば、電燈需要などは、特別高圧などの大口需要に比べ、より多くの変電設備、配電設備や柱上変圧器などの供給設備を必要とする。

また、発電された電気が輸送行程を通過する間に、その一部は電力損失となって減少していくが、その電力損失も輸送行程が長い程多くなる。従って、輸送行程の長い電燈需要などは、輸送行程の短い大口電力需要に比べて電力原価は高くなる。

このような輸送行程の相違も、電気料金の差となってあらわれてくる。

(四) 需要家費による差異。需要家費は、検針、測定、集金、引込線および計量器などに要する費用であり、需要家数に応じて変化する費用である。

この需要家費を一軒当りについてみると、作業量、計量器の種類などからは電燈需要より電力需要の側が大きくなるが、一軒当りの使用電力量をみると、工場などの電力需要が電燈需要よりもはるかに大きいので、使用電力量の少ない電燈需要の^{kwh}当りの負担が大きくなってくる。このような需要家費の相違も電気料金の差となってあらわれてくる。

(五) 力率による差異。有効電力と皮相電との比率をあらわす力率は低いほど、同一使用電力に対して電流が大きくなり損失が増加するので、それだけ電力原価が高くなる。逆に力率が高ければそれだけ電力原価が安くなる。

(六) 使用期間による差異。電気の需要は、同一の需要場所でも年間を通じて継続されるのが普通であるが、なかには使用目的によって同一地点で短期間だけ使用される場合もある。このような需要に対しても電気事業は供給に必要なだけの設備を準備しなければならず、その設備は使用期間が短いため稼働率が悪く、従って料金負担も常時需要の場合と比べると高くなる。

臨時電力や臨時電燈の料金が一般の料金に比べて割高になっているのは、このような使用期間の相違による原

価的要素が料金に考慮されているからである。

(七) 使用時間による差異。電気需要を一日単位で見ると、平日、休日あるいは季節により、その負荷曲線は異なっているが、通常は昼間が夜間よりも高くなっている。

供給設備は一日のうちの最大負荷に対応して準備しなければならず、昼夜の差が大きくなると稼働設備の利用率は低下し、ひいては電力原価を高めることになる。⁽⁵⁾

上述のように、電気料金は種々な理由から格差が生ずることになる。

二度にわたる石油危機以後の電気料金の高騰は、産業活動や国民生活に与える影響が大きく、その軽減策について関心が高まっていた。一方、電力会社は電力需給構造の変化に対応して負荷率の低下を防ぐ対策を講ずる必要に迫られた。ここに分散型電源の出現およびその拡大の可能性、通信と情報処理の改善の可能性の下、電気料金を通じて負荷平準化を図るいわゆるロードマネジメントの素地が固ってきたのである。即ち、従来電気という特殊な商品を取り扱い地域独占の大企業であった電力会社が、需要家側と互に協力して需要を調整し、電

力システムの運用を円滑かつ効率化していこうとする考えが生じてきた。電気の需給に関してはその使用量が増加すれば、供給設備間の連系は可能であるのでそれに対応出来るし、需要面では電気の質の向上がみられるが、膨大な設備投資を伴うのでこれら設備の効率をあげるため負荷平準化を図り、電力コストを低減させ、電気事業の健全な発展と需要家の利益とを図ろうとするものである。

ロードマネジメントには直接負荷調整方式と間接負荷調整方式とがある。前者の代表例は、予め定められた一定の予告時間において特定の負荷を電力会社の指令で自動的にいし需要家に対応して遮断するもので、不急で運転時間の変更が容易な装置、例えば温水器などに適用出来る。後者の中で従来から最も効果が大きいと考えられているのは一九五七年にフランスが採用した高圧料金(緑料金)に対する季節別時間帯別料金制度を通じての調整である。この方式は、電力需要量の多い時に料金を高く、電力需要量の少ない時に料金を安く設定してあり、需要の価格弾力性を利用して負荷を平準化させようとするもので、負荷の平準化に効果をあげてきた。

米国で季時別料金制度が導入されたのは一九七〇年代半ば頃で、西海岸、東部、中西部の一部の州で大規模産業用需要家を対象に相次いで導入されていった。その二、三年後にはいくつかの電力企業が家庭用需要家向けに本格的に導入している。

米国において季時別料金制度の導入はどのような効果をもたらしたであろうか。

産業用季時別料金制度によっては、(1)、一般に、産業用需要家は季時別料金に反応してピーク時使用量を減少させ、オフピーク時使用量を増加させる。(2)、現在まで観察されたピークロードの減少はすべて工業用需要家によるもので、商業用需要家の反応はまだ確認されていない。(3)、木材、金属、機械など特定の産業では、ピークロードの減少が平均五〜九%と特に反応が大きい。(4)、季時別料金適用の初年には全産業用需要家の約四%しか反応しないが、これら反応した需要家はピークロードを平均約三五%減少させる。(5)、ピーク料金が低いほどピークロードの減少が大きくなる傾向がある。(6)、大規模な需要家ほど反応が大きい。(7)、極端な暑さ、寒さは季時別料金への反応を減少させるなどの効果が、また、家

庭用季時別料金制度によっては、(1)、季時別料金はピーク時使用量を減少させ、オフピーク時使用量を増加させる傾向がある。(2)、使用量の大きな需要家は使用量の小さな需要家よりも大きな反応を季時別料金に対して示す。(3)、季時別料金が平均料金水準を上昇させる場合には、需要家はその総使用量を減少させるなどの効果があるとの知見を得ている。

このような知見から、負荷平準化のための季時別料金の適用は、大規模産業用需要家に対しては強制的であることが望ましいこと、一方、家庭用季時別料金は、月平均電力使用量が一、一〇〇^{kwh}以上の需要家でないと有効に働かないことが明らかにされている。⁽⁶⁾

わが国では、負荷平準化を図り、設備の効率をあげるために、需給調整契約制度と深夜電力の制度などがあり、大口電力は前者で効果をあげているが小口電力については負荷の実態を把握し、電力料金による効果を明らかにしていこうとしているところである。

電気事業者にとっては、電力需要の伸びの低下を防ぐため、電気の新需要開拓に力を入れることが必要である。しかし、単に需要の量的拡大のみを追えば負荷率は更に

低下していく恐れが生ずる。従って、今後の電力需要の開拓は負荷率の改善を常に考慮に入れながら推進していくこととなろう。

電気はこれまで主として光源および動力源として使用され、熱源としては、産業用では石油が、民生用では石油と都市ガスが中心であった。今後、電力負荷率の改善を考慮に入れつつ電力需要を増加させる一つの方法としてヒートポンプの普及があげられる。最近、都市部はビル化が進み、その空調に要する電力はビル全体電力の半分にも達するという。空調用熱源に、夜間の低コストの電力を動力源として高性能の圧縮式ヒートポンプを用いて高い効率で熱を作り、これを蓄熱槽に高密度に貯蔵し、昼間にこれを放熱するという業務用冷暖房の分野への進出は、省エネルギーと合わせて電力需要の昼夜間格差の平準化に寄与するものと考えられる。

負荷率の改善には、また電気に代るエネルギー例えばガスとの協力も考えられる。即ち、電力と都市ガスの需要パターンは大きな違いがあり、電力需要のピークがあらわれる夏季はガス需要の最低の時期にあたるので、この夏季にガス冷房を普及させてガスの季節需要変動の平

準化と同時に電力の季節需要変動を改善し夏季の電力供給制約を緩和しようとするものである。

これは、一つの需要に複数のエネルギーが対応する「複合エネルギー時代」の到来を意味するものである。複合エネルギー時代は、エネルギーが利用者に選択される時代であり、エネルギー供給者は、需要者が要求しているエネルギーの質、システム機能、サービス水準、提供し得るソフトなどを総合的に高めかつ満足させなければならぬのである。同時に電力、都市ガス、石油、石炭などのエネルギー産業は、エネルギーの安定供給、エネルギー価格の低減、需要開発のための技術開発など種々の問題に取り組み、それを解決する局面に立たされていると言えるのである。

五 結言

電力会社は、電源多様化や送配電施設の改善などを通じて、電気事業をとりまく種々の環境の変化に応じながら、良質な電気を供給してきた。最近のように、社会、産業、家庭生活が高度化されてくると、より良質な電気の供給が要請されるようになってきた。しかし、例えば

瞬間電圧低下をも電力系統側で対処してさらに高品質の電気を供給することは困難であり、極めて高品質の電気を確保するには、供給者のみならず需要家の協力も必要となってくる。

コージェネレーションシステムの進展は、一次エネルギーの節約に寄与するとともに、電力とガス双方の負荷の平準化にも大きく貢献し得る可能性を有しているが両者の業務用エネルギー分野での競合でもある。これを需要家側からみればエネルギー選択の幅が拡大されたことになり、多様化したエネルギー需要に対応した低廉なエネルギーを得る機会が増加したことになる。

電力企業は今後、需要者や他のエネルギー企業の動向を眺めつつ、長期的な電力需要を的確に把握し、投資の最適化、低成長に即した設備運用の効率化、負荷平準化対策を推進し、需要家の要求する良質な電気を低廉に供給するという課題を解決することが必要となろう。

文献

- (1) 新電気事業講座編集委員会編、新電気事業講座第一巻、電気事業の経営、一二三頁、昭和五三年、電力新報社。
- (2) 同右、一二八頁。
- (3) 藤森和雄、エネルギー、第一九巻、第一号、四八頁、一九八六年。
- (4) 長田幹夫、エネルギー、第一九巻、第二号、二八頁、一九八六年。
- (1)と同じ、一〇一頁。
井出亜夫、エネルギー、第一九巻、第八号、三六頁、一九八六年。
- 日本エネルギー経済研究所編、戦後エネルギー産業史、二四九頁、昭和六一年、東洋経済新報社。
- エネルギー、第一八巻、第八号、六四頁、一九八五年。
- (5) 新電気事業講座編集委員会編、新電気事業講座第六巻、電気料金、一〇五頁、昭和五三年、電力新報社。
- (6) 山谷修作、エネルギーフォーラム、第三〇巻、第一二四頁、四五頁、昭和五九年。

(一橋大学教授)