

都市と電力・ガス

Electricity and City Gas in Urban Area

鈴木 胖*

Yutaka Suzuki

1. はじめに

わが国の総人口のうち都市に住む人口（統計では人口集中地区DID人口と呼ばれている）は約60%に達している。行政上の市部に住む人口は77%にも及ぶ¹⁾。都市がこれだけの人口を惹きつけている理由はそこに働く場があるからである。企業城下町と呼ばれる都市で、産業構造の変化によりその都市の基幹産業が衰退すると、都市人口が目に見えて減少するのは、如実にこのことを物語っている。都市は人口と同時に産業が高密度に集積した場所である。

都市を維持してゆくには大量のエネルギーが必要である。エネルギーの使い方を見ればその都市の活動の内容がかなり分る。多くの都市ではエネルギーとして主に電力、都市ガス、石油製品が使われている。これらは一般に2次エネルギーと呼ばれている。発電所、都市ガス製造工場あるいは製油所の多くも都市に立地しており、石油、天然ガス（わが国では大部分がLNGの形で海外から運ばれている）、石炭などを大量に使って、上に述べた2次エネルギーを発生（正確に言うと転換）している。そのほか石炭や石油を大量に使う工場として、製鉄場、化学工場などがある。この種の工場があるとその都市のエネルギーの消費は際立って大きくなる。

2度のオイル・ショックを経て、日本の産業構造は省エネルギー型の構造への転換が大幅に進み、エネルギーを大量に使う工場の縮小あるいは廃止が相次いだ。かつて都市の臨海部は大型の工場群で占められていたが、現在は休止や廃止されるものも多く、これらをどのように転用して行くかが、いくつかの都市で大きな課題になっている。工場の跡地が再開発され業務ビルや高層住宅が建設されるケースも多く見られる。

都市におけるエネルギー需要の中では電力の占める比率が着実に増大している。これは一般に電力化の進行という言葉で表現されている²⁾。都市ガスの需要もかつては家庭用が主であったが、業務用や工業用の需要が伸びている³⁾。都市ではこれからも電力、ガスの需要が伸びて行くことは確実で、これらの需給にかかわる問題を論じておくことは都市計画およびエネルギー・システムの計画上きわめて重要である。

2. 都市基盤としての電力、ガス・システム

都市にはオフィス・ビル、大小の店舗、住宅、工場、学校、病院などの各種施設が立地し、そこでは人を中心とした活動が高密度に営まれている。これらの施設は建物本体だけではなく、そこに水道、電力、ガスが供給されてはじめて機能が発揮できる。水道水を建物の各階に配るには一般にポンプ・アップが必要である。建物内では照明、換気が不可欠である。建物内の移動にはエレベータやエスカレータが使われる。これらはすべて電気で動いている。一旦停電という事態が起こったなら、どういう状況が生じるかは地下街、高層ビル、あるいは高層住宅に自分がいるときのことを考えれば、ほとんど自明である。

都市には上水を都市内にくまなく配り、使った後の下水を集めるため上下水道システムが敷設されており、これらを動かすのにも電気が必要である。この人工の流水システムを流れる水の流量はしばしば都市河川に匹敵するほどになる⁴⁾。

都市では人の移動や物資の輸送のために交通施設が必要である。高架や地下の電気鉄道は勿論電気で動いている。一見電気には関係のないように思われる道路も、電気で管理されている。停電で交通信号が消えてしまったら、都市内の道路は殆ど麻痺してしまう。

情報化の進展は都市における活動を効率化するのに大きく寄与している。オフィスにはコンピュータを内蔵した各種のオフィス機器が装備され、事務の合理化

*大阪大学工学部電気工学科教授
〒562 吹田市山田丘2-1

に役立っている。情報システムを活用した工場の合理化（自動化、省力化、フレキシブル化など）は事務のそれより先に進んだ。オフィスや工場は、通信回線によって地理的に離れた他のオフィスや工場群と結ばれ、全体が有機的に結合して、全体として効率のよい活動を展開している。

多くの都市では道路は中央交通管制センターによって制御されており、個々の道路信号機は都市全体の道路交通ができるだけ円滑に流れるよう、グループ制御されている⁶⁾。情報化の進展は逆に停電時の都市のぜい弱性を強めることにもなっている。

以上いろいろな例を挙げて説明してきたように、電気は都市のすみずみに、目に見えないところまで普及し、しかも電気を使うシステムの多くは、電気の供給が途絶えることがないという前提で構築されているので、停電は今や都市機能を完全に麻痺させてしまう。

したがって、現在の都市においてエネルギーにかかわる最も重要な問題は電力供給の信頼度を高めることである。都市への電力の基幹供給ルートは3ルートを確保すべきである。3ルートあれば、1つのルートを整備、保全のため系統から切り離れたとしても、2ルートが確保されている。

遠隔地にある発電所の近傍に住む住民の感情を考えると、主な消費地である大都市にも環境問題に配慮しながら発電所を設置すべきである。これは電力供給の信頼度を高めるのにも役立つ。

電力系統は厳しい自然環境にさらされており、雷事故などを避け得ないケースもあるので、需用家側の自衛措置も必要である。高層ビルには非常用自家発電設備の設置が義務づけられている。瞬時の停電でも大きな影響を受ける恐れのある施設では、高価ではあるが無停電電源装置（UPS）を設置すべきである。

最近信頼度に影響を与えかねない新しい需要が増加している。パワーエレクトロニクスを利用した機器の普及は電力システムの信頼度あるいは質を低下させる特性をもっている。例えば現在普及しているインバータエアコンは、電圧が下がると電流を大きくとることによって、パワーを一定に保つように自動的に働くという特性をもっている。電力系統は、電圧が下がれば負荷の出力が減り、それによって系統の電圧が回復するという自己制御性をもっている。上に述べたような負荷の増加は電力系統の自己制御性を失わせる可能性を持っている。昭和62年夏に発生した関東の大停電事故はこのようなことが一つの原因になったと言われて

いる。

パワーエレクトロニクス機器は本質的に高調波を発生する。この高調波は電力系統に流入し他の需用家に悪影響を及ぼしかねない。これらは新しいタイプの需用家側の機器を製造するメーカーに注意をしてもらわなければならない点である。

3. 高密度エネルギー消費の環境へのインパクト

都市における高密度なエネルギー消費はさまざまな環境汚染をひき起こしている。かつては工場や火力発電所から排出される排ガス中のダスト、硫黄酸化物(SO_x)が大気汚染の元凶であった。ダストについては集塵装置、SO_xについては硫黄分の少ないクリーンな燃料への転換および大型設備への排煙脱硫装置の設置義務づけによって、大気中のSO_xの濃度を規制値以下に抑制することに成功している。欧米では石炭が大量に消費され、しかも排ガスの脱硫も一部でしか行われていないので、国境を越えてSO_xが移動し、やがて酸性雨となって地上に降下し、深刻な森林枯死、湖沼の酸性化を引き起こしている⁶⁾。1980年代に入って欧米諸国でもようやくこの問題が政治的にとり上げられ、酸性雨の抑制にかかわる協定あるいは議定書が成立した⁷⁾。しかしながら一部には脱硫装置のために必要な巨額の資金の調達の方法がたたず、議定書への署名が未だにできない国がある。

現在都市の大気汚染の原因として大きな問題になっているのは、自動車、ボイラ、各種内燃機関の排ガス中に含まれる窒素酸化物(NO_x)である。自動車は移動発生源、ボイラ等は固定発生源と呼ばれている。発生するNO_xは燃料そのものに含まれる窒素成分の燃焼によるもの(フューエルNO_x)と高温の燃焼によって大気中の窒素が酸化されたもの(サーマルNO_x)がある。後者は燃焼温度が高いほど多く発生する。大型の固定発生源については燃焼方法の改良や脱硝装置の設置によって、NO_x排出量の規制値はほぼ満たされている。移動発生源については大別してガソリン車とディーゼル車があるが、脱硝の技術的可能性から前者に対しては規制が行われ、基準が達成されている。後者については事実上野ばなしになっている。固定発生源とガソリン自動車へのNO_x規制によって都市の大気中のNO_x濃度を大幅に低下させることができたが、しかし基準値の達成を果すことが未だにできていない地点が、とくに大都市には多く残されている。最近になって自動車交通量の増加、自動車の大型化にともなっ

で多くの都市でNO_x濃度が上昇に転じ、再び大きな問題になりつつある。ディーゼル機関の規制が当面の課題であるが、大型トラックやバスなどは現在ディーゼル機関に代わるものがなく技術的対策が未だに見出せないでいる。これに関連して最近東京、大阪などの4都府県市では内燃機関（ガスタービン、ガスエンジンやディーゼル機関）を用いたコージェネレーション設備（後出）に対してNO_x規制が行われた⁸⁾。

エネルギー消費は最終的にはすべて熱に変換される。都市におけるエネルギー消費の高密化は都市のヒートアイランド化を引き起こしている。都心の温度は平均して郊外より0.5～1.5℃高いと言われている⁹⁾。ルームクーラーは、原理上外気温度が上るほど効率が低下するので、温度が上るほど大きな容量のクーラーが必要になり、それがさらに多くの電力を消費し、都市のヒートアイランド化を促すという悪循環が生じている。大都市ではヒートアイランド化に対してどのような対策を講じるべきかやがて問題になってこよう。

最近になって世界的に関心が高まっているのは、大気中の二酸化炭素（CO₂）濃度の増加である。CO₂濃度の増加は大気の温室効果を増大させ、地球気候の温暖化を招くと懸念されている。大気中のCO₂の増加は言うまでもなく化石燃料の燃焼によるものである。化石燃料は都市で大量に消費されているので、都市はCO₂の主要排出源である。明らかにCO₂問題と都市の高密エネルギー消費は密接に関連している。

今後CO₂の排出規制が行われるようになれば、都市のエネルギー・システムは抜本的な変革を迫られることになるであろう。今からその対策について、可能性を論じておくことは、決して無駄にはならないであろう。

都市のヒートアイランド化を抑制する最も有効な対策は言うまでもなくエネルギー利用の高効率化である。効果の悪い部分はすべて熱として排出されるので、効率の上昇は環境への熱負荷の軽減につながる。オイルショック以降、エネルギー価格が高騰したので、経済性を良くする観点から、機器の効率は著しく向上した。家庭の電気冷蔵庫の効率はオイルショック前に比べて約3倍に向上した¹⁰⁾。自動車もオイルショックの後では燃費の良さが売れ行きを左右するので、効率が大幅に改善された。産業プロセスにおけるエネルギーの有効利用の成果は製品価格に反映され、競争力に直接影響するので、とくにエネルギー多消費型産業において著しく進展した。代表的な鉄鋼業では製鉄所に炉ガス

を利用した発電や炉頂圧発電が導入され、所内電力の相当部分（昭和62年度の実績では発電量は29億kWh、電力消費量の5%）を購うようになった¹¹⁾。製造業に限らず民生部門においてもエネルギーを大量に消費する施設、例えばホテル、病院、大規模店舗、スポーツ施設などにも、それまでは製造業部門に主として導入されていたコージェネレーション・システム（熱と電気の併給システム）が使われるようになった。以前から製造業に導入されていたコージェネレーション・システムは、オイルショックにより引き起こされた産業構造の転換による製品構成の変化のため、逆に遊休化するものも生じたことは皮肉である。民生用施設のように需要特性から考えて、将来とも熱負荷パターンが変化しないようなものに、コージェネレーション・システムは適しているといえよう。

かつては都市ごみも減量化のため単に燃やされていた。オイルショックを契機に、ごみ焼却熱を利用して発電や熱供給をすることが各都市で急速に普及するようになった。

しかしながらこのような努力にもかかわらず、都市における活動は、集積が集積を呼ぶという基本的メカニズムが働いているので、ますます産業の集積が進んでおり、さらに情報化にともなう各種OA機器の導入や、家庭における機器の大型化が進んでいるので、都市のエネルギー需要密度はますます高まり、したがって廃熱によるヒートアイランド化も進行することは間違いない。河川水や海水を夏にはヒートシンクとして利用し、冬期にはヒートソースとして利用すること（ヒートポンプの利用）、オープンな水面を都市内にできるだけ確保すること、樹木を蒸散に利用すること、建物の空調になるべくパッシブな手法を応用することなど多角的で、組織的な取組みが今後必要となろう。

さきに述べたように自動車は都市交通の荷い手として欠かせないものであるが、都市大気汚染の主要な原因になっている。またエンジンの効率の悪さ（約15%）から見ても都市のヒートアイランド化に相当の影響を与えている。都市で使用する自動車（とくに乗用車）のエンジン容量を制限することあるいは電気自動車の導入などを現実には転検討しなければならぬ時期がいずれ訪れるであろう。電気自動車の導入は大気汚染の軽減、CO₂の排出抑制、騒音の解消、エネルギー総合利用効率の向上、さらには後に述べるコストのかかる電力設備の有効利用（負荷平準化）にも寄与するので、都市にとってきわめて有効な対策の一つとして位置付

けられるべきである。

国際的な合意がなされ、CO₂排出量を抑えることが要求されるようになるとすると、エネルギー・システムにたずさわるエンジニアは、かつて経験したことのないほど困難な問題に遭遇することになる。化石燃料消費にともなうCO₂の大気への排出量は、これまでの大気汚染物質のそれとは根本的に異なり、きわめて膨大である。一例を示そう。100万kWの石炭火力発電設備は1時間あたり約360トンの石炭、炭素Cに換算して250トン消費する。その結果1時間あたり約900トンのCO₂が排出されることになる¹²⁾。これだけ大量のCO₂を排ガスから回収し、かつそれをどこかへ廃棄するととなると途方にくれる。

もしCO₂の排出量を抑制しなければならないとしたら、現状で考えられる対策は、利用効率の向上によって用途目的あたりの化石燃料消費原単位を削減すること、化石燃料ミックスをよりCの比率の少ない燃料にシフトすること、すなわち石炭→原油→天然ガスへシフトすること、および化石燃料に代わるエネルギー源、原子力、自然エネルギー等の開発利用である。なお化石燃料について単位カロリーあたりのCO₂の排出量は天然ガスを1とすると石油1.4、石炭1.7(概算値)である¹³⁾。石炭から天然ガスにシフトをするとCO₂の排出量はおよそ6割に削減される。皮肉なことに石炭はもっとも豊富な化石燃料資源であり、CO₂対策のための燃料シフトはエネルギー資源問題の見直しを迫ることになるかも知れない。

4. エネルギー・コストの抑制

エネルギー・コストの抑制は、エネルギーが市民生活や産業活動の発展に不可欠なものである以上、常に念頭においておかなければならない重要事項である。エネルギー・コストは基本的には1次燃料の価格に依存する。今後発展途上国の人口増、これらの国の経済発展を考えると、近い将来とくに原油の需給はタイトになると予想されている。

国際エネルギー機関(IEA)が発表した経済協力開発機構(OECD)、発展途上国、計画経済国を含む「世界エネルギー統計バランス」によると、1987年の世界エネルギー需要は約76億トン(石油換算)で、1971年より51%増加した。OECD加盟国の増加率が22%であったのに対して、発展途上国と計画経済国を合わせた非加盟国のそれは約2倍に増え、なかでも発展途上国は約2.6倍の大幅増となった。この結果世界全体の

エネルギー需要に占めるシェアは先進国が71年の63.3%から51%に低下し、発展途上国は9%から16%に上昇した。計画経済国のシェアは27.6%から33.1%に上った。

1988年世界人口白書によると現在の世界人口は52億人(うち発展途上国が40億)であり、9000万人/年のテンポで増加している。出生率の大幅な低下を見込んでも2000年には62億、2025年には85億になると予想されている。これらの数字は世界エネルギー供給に対して人口増加の重圧がいかに大きくなるものであるかを物語っている。

環境制約が強まるなかで、1次エネルギー源を多様化し、供給を確保することを考えなければならない。エネルギーの消費量は膨大であり、エネルギー・システムの転換には長い時間がかかる。新しいエネルギーの開発は基本的には量との戦いである。実験室で新しい技術が実証されると、それが現実のエネルギー・システムに組み込まれてそれなりの役割を果せるようになるのとの間には大きな技術的ギャップが存在する。量的なギャップがその主要なものである。石炭の液化技術はこのギャップを埋めるのに苦慮している典型的な例である。

現在の技術水準から考えると、エネルギー源の多様化は原子力、石炭、自然エネルギー(主に太陽エネルギー)に頼らざるを得ないであろう。石炭についてはCO₂問題があるので、利用についてはCO₂の回収を前提とした新しいシステムの開発が必要であろう¹⁴⁾。太陽エネルギーの利用については太陽光発電が主で、太陽電池の高効率化が鍵を握っている。これらはいずれも電力の供給に主にかかわっている。

電力、都市ガスのコスト抑制に有効なもう一つの方策は設備利用率の向上である。電力システム、都市ガス・システムの設備は需要のピークに対応して作られており、建設には膨大な資金が投じられている。設備のピーク負荷と平均負荷のギャップが大きいほど、単位負荷量すなわち単位需要量あたりの設備費の負担コストは高くなる。

電力設備の利用率(ここでは年負荷率=平均電力/最大3日平均電力をとる)は年々低下し、1970年の69.8%から1987年には61.6%にまで下がった¹⁵⁾。この負荷率の低下には、夏期しか稼働しない冷房需要の増加、年間を通じてほぼ一定の産業用需要のウェイトの減少、昼間が主の業務用需要の増加など様々な要因が働いている。近年負荷率の低下は鈍化する傾向にある

ものの、負荷率の改善は電力コストに直接影響するので重要である。

現在、最大電力は真夏のウィーク・ディの午後2～3時に生じている。このピークをカットするには夜間電力を利用して氷蓄熱を行い、この冷熱を昼間に取り出す方式（氷蓄熱方式）や、ガス利用高効率吸収冷凍機の導入が有効であり、現実これらが普及しつつある。後者は逆に冬期の需要が多く、夏期のそれが少ないというガス負荷特性の平準化にも寄与する。

最近、電気式ヒートポンプの効率が著しく向上したので、冬期における電気式ヒートポンプの利用も普及をはかるべきで、これも負荷率の改善に役立つ。ただし負荷率の改善のためだけに単なる電気ヒータ式の深夜電力利用温水器を導入することは、エネルギー源の総合利用効率から見て無駄が多い。新たに電力をこの目的に利用するとすれば、まず効率の向上が先決である。この点でケミカル・ヒートポンプ¹⁶⁾が有望な可能性をもっている。

負荷率を改善するために、負荷を積極的に制御（調整）することも考えられる。これにはまず特定の負荷を、あらかじめ定められた契約に基づいて、必要なときに電力系統の側から遮断する、直接的な負荷調整方式がある¹⁷⁾。また料金体系を電力需要の多いときには高く、少ないときには安く設定することによって、価格メカニズムを通して間接的に需要を調整する方式がある。これは深夜電力や大口産業需用家に対してすでに導入されている。今後は価格メカニズムを需要者側が主体的に利用できるような技術的手段等も導入して、間接的需要調整方式の普及をはかるべきである¹⁸⁾。

既設の設備のより有効な利用はもちろん設備利用率を向上させる。電力システムではまず送電容量の増大があり、超伝導発電機や超伝導電力貯蔵安定化装置¹⁹⁾、新型電池²⁰⁾の導入がこれに寄与すると期待されている。また配電容量の増大には、現在の家庭用100Vから200Vへの昇圧（200V化）が効果がある²¹⁾。都市ガスではパイプライン容量（カロリーベース）の増大があり、すでに配送ガスの高カロリー化による実質容量の増大が着々と実施されている。

5. アメニティの重視

市民の生活水準が上昇するにつれ、都市に住む、働くだけでなく、都市のアメニティに対する関心も著しく高まっている。アメニティという言葉は住む、あるいは働く環境の良さを意味する広範な内容を含む

言葉であるが、ここでは都市の景観に限定しよう。

これまで電力の配電は、供給面にのみ重点が置かれ、景観への配慮はほとんどなされていない。電気を送るため必要などころには電柱を立てて送るというやり方である。電柱が町の景観を著しく害していることは改めてここで指摘するまでもなく、もし今の景観で電柱がなくなったらという仮想景観シミュレーションがしばしば行われるほどである。先進国では都市における電線の地中化は都市景観の維持からあたりまえのこととして普及している。観光地を多くかかえるスイスやオーストリアでは山村でも、電線の地中化が行われている。

コストがかかる、メンテナンスが難しい、地震など災害時の補修が大変であるなどの理由をあげて地中化へのブレーキがかけられているが、市民の関心も大いに高まっている現在、わが国でもそろそろ電線の地中化を積極的に推進する時期にきていると思われる。とくに再開発や、新しい開発地域では、コストの負担を覚悟して電線の地中化を義務づけるべきである。

夜の都市景観をよりすぐれたものにするためにライトアップは大きな効果がある。古くはガス灯が町の照明に使われた。電気はもともと照明をするために発明された。わが国では省エネルギーというつまず照明を暗くする、あるいは消すということに頭が行きがちである。家庭の雰囲気や町の景観を豊かにする、生活にうるおいや安らぎを与えるのに役立つので、照明やライト・アップにもっと工夫をこらすべきである。市民が町をそぞろ歩く深夜まで、歴史的モニュメント、ブリッジあるいは一般の建物でさえも、夜空に浮かび上らせるように照明することは、欧米の都市では通例になっている。

大都市では都市空間の利用がますます高密度化している。都市の増大するエネルギー需要に対応するためエネルギー供給のルートや設備のためのスペースを確保することが次第に難しくなっている。建物の一部、道路、公園など公共施設の地下さらには大深度の地下などにエネルギー・システムのためのスペースを確保するためエネルギー産業はもとより行政体の協力が必要である。

6. 将来に向けて

これからの都市エネルギー・システムを考えた場合、資源制約と環境制約の両方を常に意識しておかなければならない。これからの都市では資源制約よりもむしろ

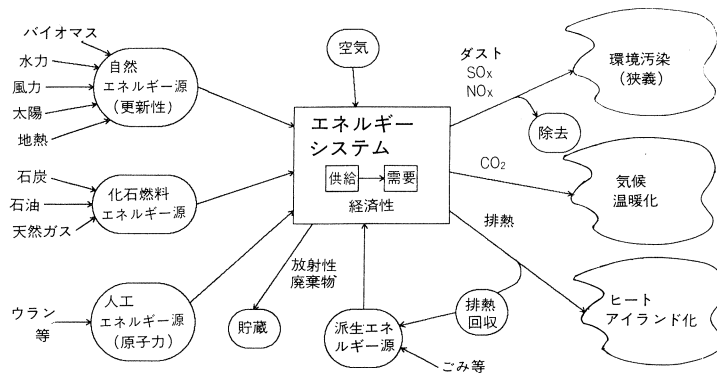
る環境制約の方が強く働くに違いない。従来のタイプの人間に害のある大気汚染問題に加えて、ヒートアイランド問題、人間には無害であるがグローバルな環境にとって有害な温室効果問題（CO₂、CH₄、フロンCFCsなどによる）は、すべて都市における大量エネルギー消費と密接に関連している。フロンは熱サイクルで最もよく使われている作動流体である。

環境制約、資源制約の両方を考慮して、1次エネルギー源として何を使うか、環境制約を克服するため既存設備をどう使うか、例えば燃料をカロリーあたりCO₂排出量の少ないものにシフトする、排ガスからCO₂を回収する設備を付加する、コンバインドサイクル方法やコージェネレーション方式に転換してエネルギーの総合利用効率をあげるなど、種々の方策を考えなければならない。

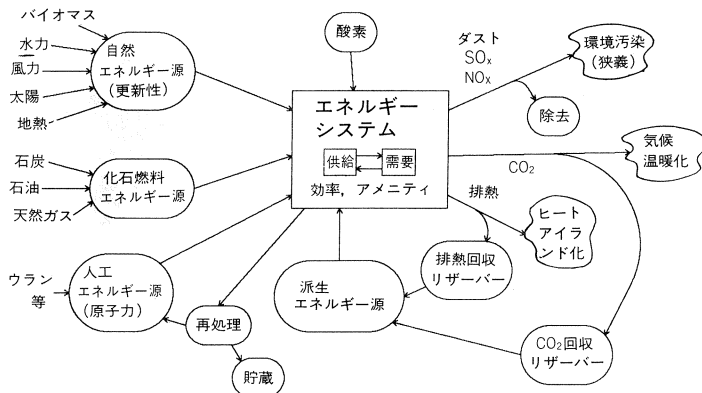
新しい設備をつくるときには、技術開発の動向に合わせて、とくに環境への負荷が少ないものを導入するよう心掛けるべきである。従来のシステムよりも高効

率のシステムの利用は、それだけで環境への負荷を軽減できるので、最も基本的な対策である。燃料電池、太陽光発電システムは現在はまだコストの面で、既存システムと競争できないが、前者は高効率、スケールについてのフレキシビリティの点で、後者はクリーン性、更新性の点で将来性がある。超伝導を応用した発電、送電、貯蔵システムは、本来ロスを大幅に軽減する特性を有し、これに最近の高温超伝導体の発見が加わり、今後の技術開発によって広く普及する可能性が開かれた。ただし、その実用までにはまだ長い時間がかかるであろう。電力や熱の貯蔵、熱の輸送の新しい方式は、自然エネルギーや廃熱を大幅に利用するために不可欠の技術である。強まる制約の中でエネルギー・システムの将来は基本的には供給、消費両面の技術開発にかかっている。

将来のエネルギー・システムは図-1(a)に示すように環境へのオープンな現在のシステムから、図-1(b)のようなクローズはシステムへと代わって行か



a) 現在のエネルギーシステム



b) 将来のエネルギーシステム

図-1 エネルギー・システムの変革

なければならぬ。

参 考 文 献

- 1) 総務庁統計局：昭和60年国勢調査報告，第2巻，
第1次基本集計結果，その1全国編，p.3/4，日本
統計協会（昭61.12）
- 2) 室田：民生用エネルギー需要の特性，エネルギー・資源，
Vol. 8，No. 4，pp.325/334（1987.7）
- 3) 小西：21世紀に至る都市ガス事業の展望，エネルギー・
資源，Vol. 9，No. 1，pp.61/66（1988.1）
- 4) 大阪府水道部：省エネルギー対策事業調査報告書，
pp. 8/25（昭57.3）
- 5) 児山・川畑：道路交通網の制御と情報通信，電気学会
雑誌，107巻，5号，pp.442/446（昭62.5）
- 6) 環境と開発に関する世界委員会：地球の未来を守るため
に，pp.217/222，福武書店（1987.7）
- 7) 茅：温室効果問題とエネルギー技術，エネルギー・資源，
Vol. 1.10，No. 2，pp.116/118（1989.3）
- 8) 週刊エネルギーと環境，No.1041，エネルギージャーナ
ル社（1989.2.2）
- 9) 大後・長尾：都市気候学，pp.46/55，朝倉書店
（昭47.6）
- 10) 昭63年省エネルギー便覧，省エネルギーセンター
（昭和63）
- 11) 省エネルギーセンター編：エネルギーの有効利用をめざ
して，pp.58/63（昭63.10）
- 12) 内山：最近の環境問題と炭酸ガス処理技術，エネルギー・
資源，Vol.10，No.4，pp.84/87（1989.7）
- 13) 環境庁大気保全局：「地球温暖化問題に関する検討会」
中間報告書（昭63.11）
- 14) 朴・中村・鈴木：大気へのCO₂の放出のない発電シス
テム—その構成と特性，エネルギー・資源研究会第8回研
究発表会講演論文集，pp.133/138（平1.4）
- 15) 電気事業連合会統計委員会編：電気事業便覧，昭和63年
版，pp.106/107，日本電気協会（昭63.10）
- 16) 亀山：ケミカルヒートポンプの現状と将来，エネルギー・
資源，Vol. 5，No. 6，pp.551/560（1984.11）
- 17) エネルギー管理技術「電気管理編」編集委員会：新版エ
ネルギー管理技術，pp.55/59，省エネルギーセンター
（1989.4）
- 18) 茅・鈴木・中上・西廣：エネルギー新時代—「ホロニッ
クパス」へ向けて，pp.131/144，省エネルギーセンター
（1988.11）
- 19) 岩本・中村：超電導発電機と超電導エネルギー貯蔵，
エネルギー・資源，Vol. 6，No. 1，pp.125/130
（1985/1）
- 20) 竹原：新しい電池の開発と動向，エネルギー・資源，
Vol. 8，No. 4，pp.335/341（1987.7）
- 21) 資源エネルギー庁公益事業部技術課監修：電力200V
時代，pp.42/50，通産資料調査会（1988.10）

