

# アーバン・エネルギー構想

成田 勝彦

## 1. 人類とエネルギー

人類の歴史は「エネルギー獲得の歴史でもあった」と言われるように、人類は太古からさまざまなエネルギーを獲得し、自分達の生活を豊かにし、文明を築き上げてきた。生命の基本である食物を摂取すること自体が生物として人類がエネルギーを取得する最も基本的方法であるが、野生動物を家畜化し、食物とするばかりでなく農耕や交通の手段として使ったり、川の流れや風力の利用など自然エネルギーを使うことも次第に学習してきた。

人類のエネルギー史にとって画期的なことは、火の利用であり、産業革命は、火を蒸気機関によって動力として使う技術の開発によってもたらされた。エネルギー需要の増大につれ、燃料のため森林の伐採が進み、各地で深刻な事態を引き起こしたが、石炭の利用技術、ついで石油の利用技術が開発されたことによって人類の利用エネルギー量は飛躍的に増大し、工業生産が進み、都市への人口集中がもたらされた。その結果、私達の日常生活は便利になり、身近に商品が氾濫するようになったが、反面、エネルギーの多消費によって環境問題や、資源有限性からくるより一層深刻な資源問題にも直面することとなった。

ローマクラブの「成長の限界」が指摘するとおり、限られた地球という自然の中で、増大する人口をかかえ、自由な資源消費の上にユートピアを描くことは不可能なものであり、人類自体をも1つの自然として、大きな環境生態系を考え、資源の有効利用を考えていかなければならない時期にきていることは、各界の識者がすでに指摘している。

本文は、こうした背景をふまえて、私達の都市、環境エネルギーの問題を考え、都市のエネルギー利用のあり方についての1つの構想を紹介する。

## 2. 都市の成長と都市基盤施設

人口が少なく、人々が疎らに住んでいる時代は、生活の排棄物を土中に穴を掘って捨てたり、井戸を掘って地下水を飲料水としても支障はなかったし、燃料は附近の山林から切り出すことで事が足りた。しかし、人口が増え、人々が集中して住むようになると、自然のサイクルの中で自然が排棄物を受け入れ、浄化する能力、いわゆる環境容量を超えて局所的に排棄物が捨てられることとなり、さまざまな障害が引き起こされる。人類の歴史をみても、古くから伝染病の蔓延とか、各種の排棄物による食物の飲料水の汚染によって健康障害や奇病が発生するなどの苦い経験を繰り返してきた。地球が人類にとってまだ広く、自然が豊富だった時代には、自分達の住みついた村落や町の自然が汚染されると、他の地点へ集団移動するとか、遷都するというような方法で新しい自然環境を求めた。

しかし、人口の増加につれ、また文明が進むにつれてこのような方法は、大きな集団の負担となるばかりでなく、新しい適地を求めることが非常に困難となってきた。そして、上下水道や、ごみ処理施設、公園などといった都市基盤施設が都市生活のためにはどうしても必要であり、これら都市の基盤施設を共同で、あるいは公共施設として建設整備することが、集団生活の上に不可欠であることを学んできたのである。

しかし、こうした都市基盤施設の建設には、莫大な費用がかかり、強い集団のリーダーシップが必要とされるが、自然環境に恵まれ「木の文化」や「現世は仮の姿」という精神風土を持つ日本では、欧米の石造りの都市のような長期的視野での都市基盤施設の建設整備はなかなか行なわれなかった。そもそものような排棄物がどの程度まで自然が受け入れてくれるかは、最近の環境アセスメントの技術を使っても定量的に把握することがむずかしいほどであるから、とかく深刻な影響が出はじめてから、その対策を考えるというように後手後手にまわってしまうことが多くなる。特に個人の権利が主張される

なりた かつひこ 東京電力㈱

〒100 千代田区内幸町1-1-3

ようになった反面、「待ちの政治」が基調となって長期的政策のリーダーシップの弱い日本では、将来を予測して着実な政策がとられることが少なく、経済高度成長期に入った頃から日本の都市問題の中でも都市の環境問題は、都市基盤施設の整備の遅れを背景に重大な問題となってきているのである

### 3. 都市のエネルギー消費と都市環境

こうした状況をエネルギーの側面から見てみると、昭和60年代日本の産業経済は、第1次産業から第2次産業へ、さらに第3次産業へと急激な進展をみせ、都市への人口集中が進み、都市のエネルギー消費はいちじるしく増大した。その結果、日本のエネルギー消費密度は、先進工業国のなかでも、きわだって高くなり、都市部においては公園緑地面積の不足などから一層過密なものとなっている。たとえば、東京は、世界の都市の中でも、大量交通機関の発達した都市の1つとして数えられるが、近年の自動車の増加に道路整備は到底追いつかず、慢性的交通渋滞をまねき、自動車排気ガス中に含まれる鉛分による健康障害で牛込柳町交差点が新聞をにぎわせたり、環状7号線沿線の住民の騒音震動や二酸化窒素や一酸化炭素に対する苦情も強く出されている。各ビルや住宅において暖房のため使用した燃料によって室内環境を汚染する結果となっていることもよく知られている。本来住みよい環境づくりのため暖房を行な

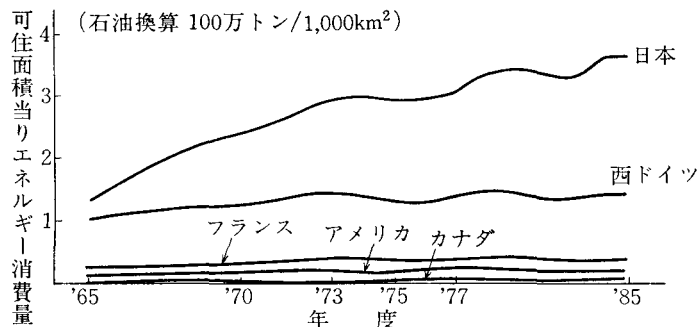
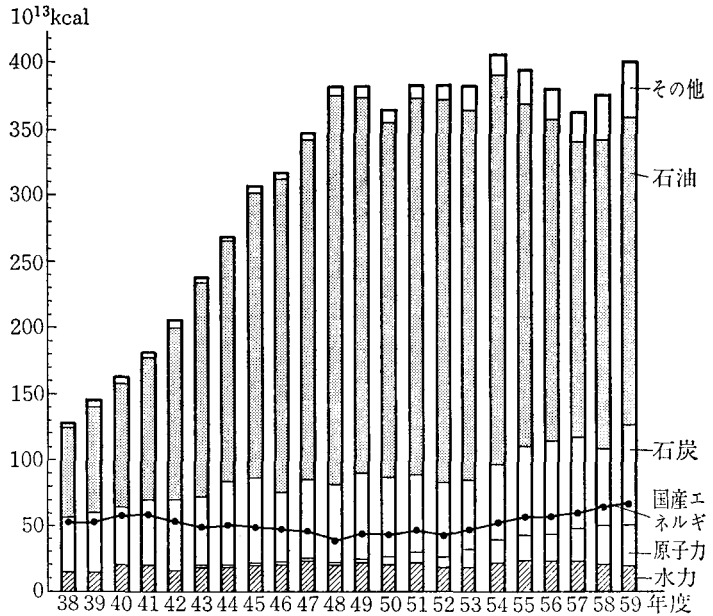


図2 世界各国のエネルギー消費密度

### 1次エネルギー消費量



### 1次エネルギー消費構成

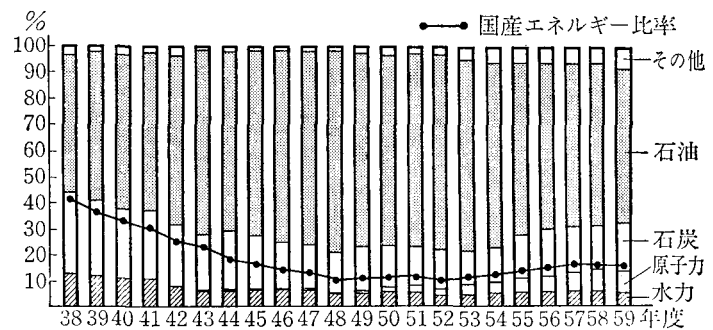


図1 日本のエネルギー消費の推移

うのに、過密化した都市では、煙突からの排気中の有害物質を外気取入口から室内に取り入れ、かえって室内空気を汚染するという結果も起こる。そこまで極端でなくとも、暖房による排気ガスで、黒い雪が降ったり、光化学スモッグによる被害を受けるという事態も大都市では起こった。行政も遅ればせながら良質燃料や電力への転換、地域冷暖房の指導などの施策によって大気汚染などの公害防止に努め、大気中の浮遊塵や、硫黄酸化物の濃度は改善されてきた。しかし、建築物が大型化し、都市の過密化は進行する一方で、エネルギー消費密度は、上昇し続け、燃焼の結果もたら

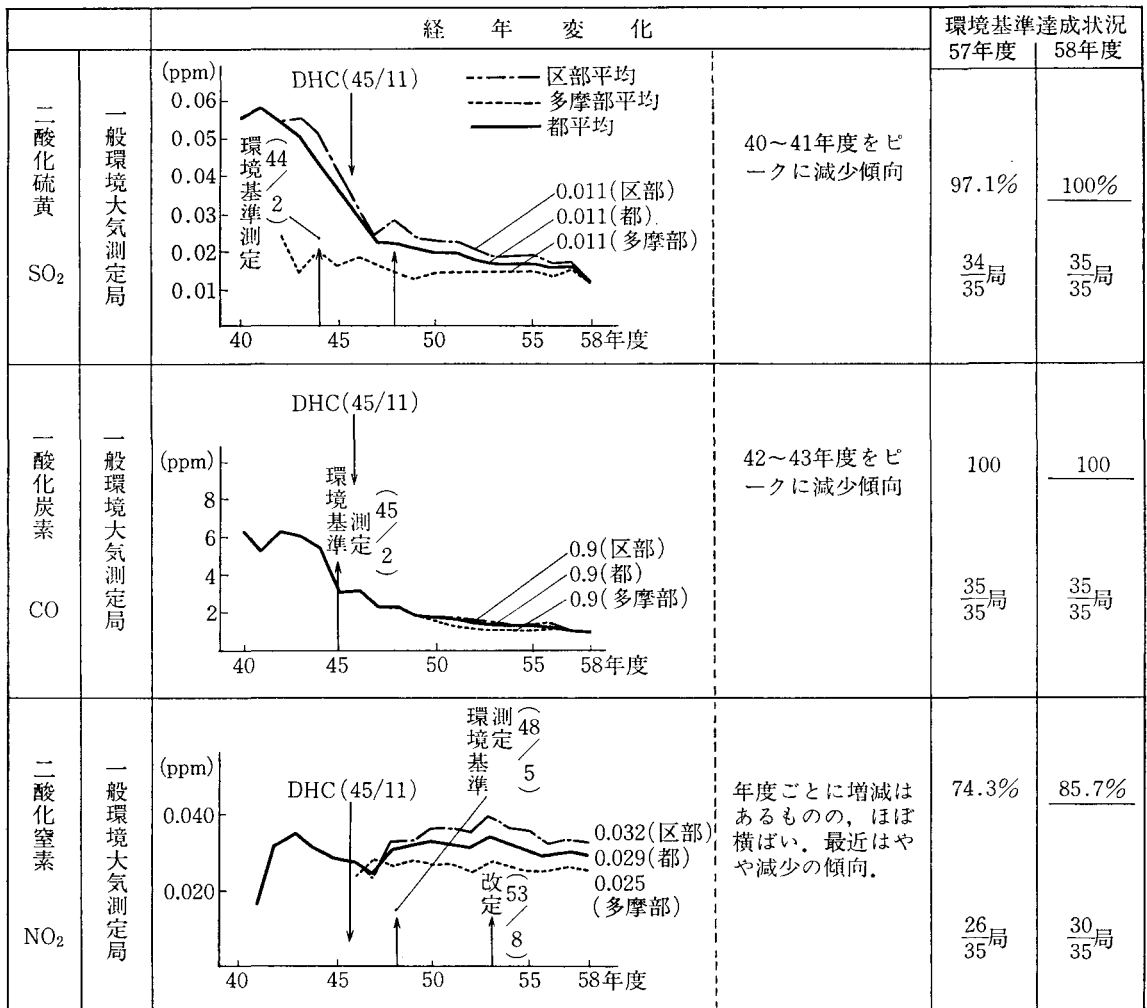


図 3 東京の大気環境の推移

される二酸化窒素では、いまだ環境基準を超過した状態で、悪化の傾向すら見せている。

そして、1973年衝撃的に石油ショックが全世界を襲った。経済最優先で発展してきた日本は、先進工業国の中でも石炭から石油への燃料転換が進んでおり、石油への依存度が高く、しかもそのほとんど全部を海外から輸入していた。したがって、石油ショックは文字どおり日本の社会経済に一大ショックを与え、深刻なパニック状態を引き起こした。各国は、石油の確保に狂奔したが、やがて、石油を中心とするエネルギー貿易の国際的秩序の確立とエネルギーの効率利用が不可欠であることを悟り、国連の中に国際エネルギー機関を設立して、エネルギー供給の国際的秩序の回復とエネルギー効率利用技術、石油代替エネルギーの開発に取り組むことになった。

このとき日本では省エネルギーという言葉が流行となったが、この意味するところは、「省エネルギーは、①生活水準を下げることなしに、②自然環境に悪影響を与えることなしに、エネルギーの効率の利用により、エネルギーを節約すること」と定義された。排ガス浄化装置をはずして、自動車の燃費の向上をはかったり、発電所の集塵、脱硫、脱硝装置をはずし環境対策をないがしろにしてエネルギーの利用効率を上げることは、国際的合意として省エネルギーとは言わないのであって、ENERGY CONSERVATIONは、ENVIRONMENT CONSERVATIONを同時に達成すべきものとされたのは、ヨーロッパの先見性であった。

エネルギーは、エネルギーを消費することが目的ではなく、何らかの目的のためにエネルギーを消費する。し

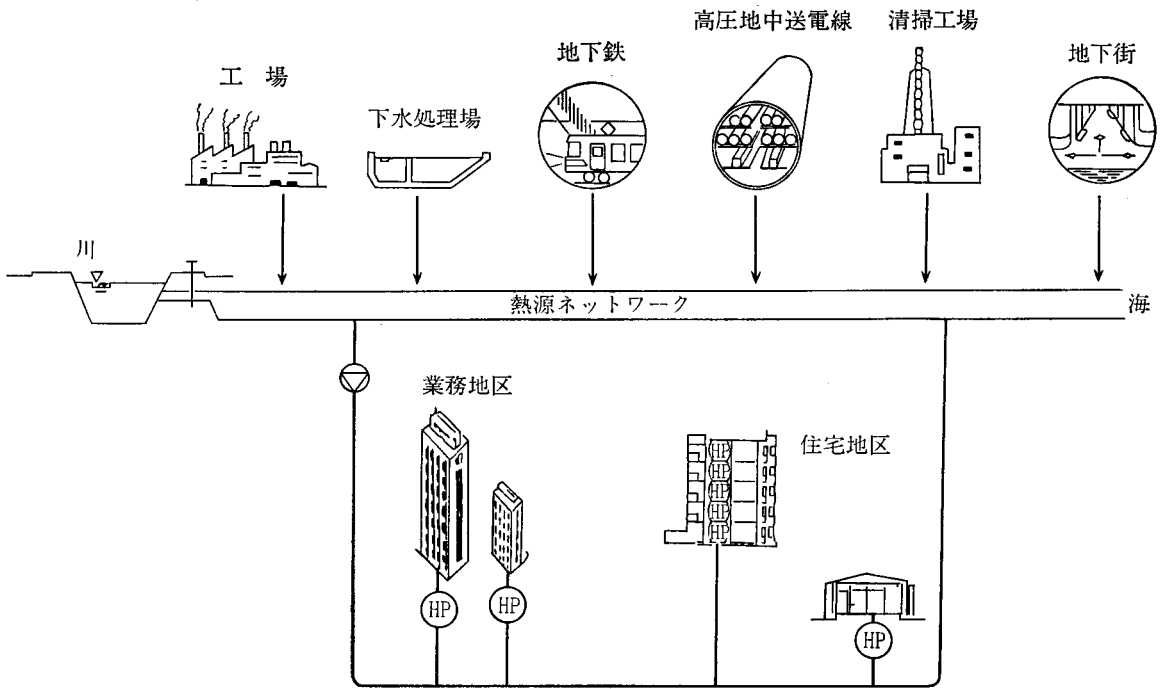


図 4 アーバン・エネルギー構想

かし、自然界の法則によれば、どのような技術をもってエネルギー消費と管理を行なっても、必ず損失が発生し、その損失は、熱損失として最終的に自然環境に捨てられるという厳然たる事実がある。したがって、エネルギーの多消費は、大量の排棄物とともに、大量の排熱を都市環境に捨てることとなり、都市の環境を悪化させる結果となる。したがって、都市では極力エネルギーの高密度消費をさけること、そして極力クリーンで安全なエネルギーを選択することがどうしても必要なのである。

#### 4. アーバンエネルギー構想

都市で発生した大量の排熱は、大気や下水を通して河川や海へ捨てられる。都市の集中下水処理場の放流水は東京周辺では厳冬期でも  $10^{\circ}\text{C}$  を下ることなく、通常は  $15\sim 16^{\circ}\text{C}$  の温度を保っている。したがって見方によれば、下水は各種の生活排棄物とともに排熱を運んでくる通路でもある。

都市には、こうした下水道の他、上水道の施設されているが、東京など大都市では毎年のように夏期、上水の供給が不足し、給水制限騒ぎが起こっている。したがって自治体は、各ビルの所有者に対し、各ビル毎に排水処理装置を設け、排水を浄化した中水をつくり、雑用水として再使用することをすすめているし、一部では、地域

ぐるみで、中水道施設を建設する事例も増えている。このことは、遠方のダムや河川から巨額の費用をかけて都市に運んできて飲料水に適する水質まで浄化したのに飲料や調理といった飲料水基準を満たす必要のある用途以外に使うことはあまりにも不経済であるからである。

ある調査では水道水の90%以上が飲料以外の目的に使われているという事実からも、このことは納得できる。事実、東京など大都市の将来を考えると、現在のような上水利用を続けるならば、東京湾岸域の再開発等が進めば、東京は慢性的水不足に陥ることは明らかであり、水利権など複雑な関係を調整し、巨額の費用をかけて給水ダムや取水路を建設するよりも、中水道施設をつくり、水のリサイクルをはかることが、自然環境保全の面からも得策と考えられる。

都市にこうして上水、中水、下水道のネットワークが建設されれば、それは同時に排棄物と排熱を輸送するネットワークとなる。

エネルギーの消費の結果、必然的に発生する排熱を中水道や下水道のネットワークで地域集中処理場へ集め、そこで、ヒートポンプにより、排熱を回収し必要な温度レベルに高めて地域冷暖房給湯として利用するという構想は、空岳や雑誌、新聞を使い捨てにせず資源として回収再利用する資源リサイクリングと同じ発想で、エネル

▶ パーソナルコンピュータ用線形計画法パッケージ ◀

# パーソナルLP

実用的な例題を多数収録し、入門者向けに線形計画法をわかりやすく解説!!

開発：平本 敏(株)電力計算センター

機種：PC-9801

定価：80000円

概要：線形計画法パッケージ。問題入力、単体表の操作、図解法、サポート機能など。(マニュアル添付。)

解説書：パソコンパッケージによる

例解 線形計画法(定価1800円)

問合せ先：日本電気ソフトウェア(株)  
営業部 ☎ 03(444)3211

■好評発売中

## ファジイ理論とその応用

水本雅晴著/A5/3200円

近年実用面からも注目され始めたファジイ理論について、永年研究を重ねてきた著者が、ファジイ集合とこれを定義づけるメンバーシップ関数、ファジイエントロピー、ファジイシステム等の基本的概念から、応用面全般にわたって解説した決定版。

新時代のコンピュータ総合誌

定価880円

## Computer Today

5月号特集/好評発売中

## ファジイコンピュータ

別冊 プログラム移植 定価1380円

月刊誌

## 数理科学

6月号特集/好評発売中/定価930円

## 生成発展系

アルゴリズムとグラマ

別冊 相対論の座標 定価2000円

## サイエンス社

東京都千代田区神田須田町2-4 安部徳ビル

☎03(256)1091 振替 東京7-2387

表1 各種燃焼機器(施設)の二酸化窒素の排出

ガスエンジン	1,000~3,000ppm	50~1,000 kW級
ガスタービン	100~ 300 "	500~100,000
ディーゼルエンジン	1,000~2,000 "	50~3,000
燃料電池	23	4,500 kW
東扇島火力(東電)	50(脱硝後は) 10	1,000,000 km

ギー・リサイクルとでも呼ぶべきものである。

コージェネレーションは、自分で排熱を発生させてその一部を回収するにすぎず、都市の大気に汚染物質を排出する。しかし、中小、下水道のネットワークと電動ヒートポンプを組み合わせたエネルギーシステムは、他のエネルギー消費によって都市に捨てられた排熱を回収し、都市の環境をまったく汚染することなしに経済的エネルギー供給を可能にする。参考までに現在の火力発電所は、表1に示すとおり、高度の公害防止施設を具備しており、自然環境への影響を極力小さくする努力を重ねているし、自然の環境容量の大きい遠隔過疎地の立地が原則となっている。

### 5. おわりに

以上で述べたエネルギー・リサイクリング構想を短期日で実現することは困難である。しかし、私達は、都市に最もふさわしいエネルギー供給のあり方は、都市環境を悪化させるものであってはならない、という考え方を基礎に、安全便利で住やすい都市づくりに役立つエネルギー供給を提案していきたい。また部分的ではあるが、下水や河川水などからの排熱を回収して地域冷暖房を行なうなど、アーバン・エネルギー構想を少しずつでも実現する努力を行なっている。