

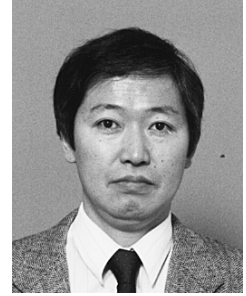
Articles

論文

電力産業の将来と地域自立のエネルギーシステム

主任研究員

武石 礼司



目次

- | | |
|---------------|-----------------------------|
| ・日本の資源循環 | ・地域自立のエネルギーシステム |
| ・電力産業の将来像 | 1．自然資本とサービスの重視 |
| 1．電力価格の推移予測 | 2．リサイクルの重要性 |
| 2．分散型電源の導入可能性 | 3．地域自立のためのエネルギー・環境・ごみ処理システム |

要旨

地域におけるエネルギー供給の自立性が高まることは、各地域の財政基盤を強化する効果があり、環境負荷の低減にも役立つ。エネルギー分野における規制緩和が進む中、地域におけるエネルギーの自立性と利用効率を向上させるためには、市場メカニズムを活かしながら、地域で得られるエネルギーの価格競争力の強化を図る必要がある。

エネルギー分野においては、電気料金の動向が注目される。新エネルギー導入、省エネプログラム実施の進捗度に、電気料金の推移が大きく影響する。今後、分散型発電設備であるマイクロガスタービンと燃料電池の価格競争力は、格段に高まると予測できる。2010年までの電力供給価格を予測した結果、電力会社のうちで最も経営体力がある東京電力の値下げ可能性を超えるか同等の価格を、分散型電源は提供できる可能性が生じるとの結論を得た。この結果、今後の分散型電源導入の急増に見合ったエネルギー供給システムの整備を急ぐ必要があり、料金制度の柔軟化、分散型の増加を見込んだ送配電設備の整備を急ぐべきである。

また現在、エネルギー、環境及びごみ処理の分野では多くの「新手法」が提案されている。ネガワット（日本訳では「節電所」と訳される）と呼ばれる新手法導入の効果を見積もり、省エネルギー効果が大きいとの推計結果が得られた。

今後、地域分散型の電源を組み込み、資源リサイクルを取り込んだ、地域におけるエネルギー環境システムを構築することが可能となる。エネルギー安定供給は地域発展の基礎であり、今後、防災性を備えた分散型設備が普及し、しかもエネルギー価格の低減に寄与できる。各地方自治体は、分散型電源導入策の導入を急ぐ必要がある。ただし、エネルギー自立をもたらすバイオマス資源の存在状況は、自治体ごとに差異が大きい。したがって、各自治体ごとにバイオトイレを始めとした資源循環型、環境負荷低減型のシステム構成を検討し、最適なシステムを主体的に形成していく必要がある。

The Future of the Electric Power Industry, and An Energy System for Local Independence

Research Fellow **Reiji Takeishi**

CONTENTS

- . Circulation of resources in Japan
- . Future of the electric power industry in Japan
- . Regional independence of energy supply system

SUMMARY

The increased independence of the energy supply in the regions will help to strengthen their financial status, and will have the added benefit of reducing environmental burdens. Deregulation in the energy field is currently underway. The independence of and the efficient use of energy at the local level must be enhanced by the use of market mechanisms. This should be achieved through the improvement of price competitiveness of energy obtained locally.

Trends in electricity prices are the subject of much attention in the energy field. The movement of electricity prices has a profound effect on the introduction of new energies, and the progress of the implementation of energy-saving programs. The competitiveness of diversified energy sources such as micro gas turbines and fuel cells is likely to improve in the future. We made a projection of the electric power supply price up until 2010. We were able to project that providing electricity at prices equivalent to or cheaper than those of Tokyo Electric Power Company — the power company with the strongest management set up — would be feasible with the use of diverse energy sources. An energy supply system in line with the sudden increase in the introduction of diverse energy sources should be developed with haste.

An array of new methods is currently being proposed in the fields of energy, the environment, and refuse disposal. We made a projection of the effects that introducing the so-called ‘nega-watts’ method would have: the estimates suggest that it would lead to substantial energy savings.

Establishing an energy-environmental system that includes local diverse energy sources and resource recycling will become a possibility in the future. A stable energy supply is fundamental to local economic development; diverse energy sources will lead to the diffusion of safe, disaster-proof facilities, and also contribute to lower electricity prices. Local governments should hasten to introduce policies for their use.

However, since biomass resources vary greatly from region to region, each region must take a close look at creating resource-circulating systems with a low environmental burden, including the use of bio toilets et cetera, and adopt the system most appropriate to their individual area.

・日本の資源循環

地域の経済を自立させるために必要な資源の存在を確認するために、日本における資源循環を検討する。

日本には多量の資源が毎年国外から持ち込まれている。図表1で見ると、国外から運ばれてくる年間6.8億トンに達する資源量のうち、5億トンが石油・石炭等のエネルギー関連であり、7割がエネルギー関連の資源で占められている。

5億トンのエネルギー量のうち、毎年4億トンを超える量が消費されており、ほとんど全ての量が燃やされて熱に変わり、最終的には大気中に熱が放出されている。食料の1.3億トンの消費と比べても、エネルギーの消費量4.1億トンは大きく、この資源量の有効活用が大きな課題であることがわかる。

国内資源の利用量は10億トンを超え、国内に再度10億トンが蓄積されている。再生利用量（リサイクル量）も2.2億トンに達している。リサイク

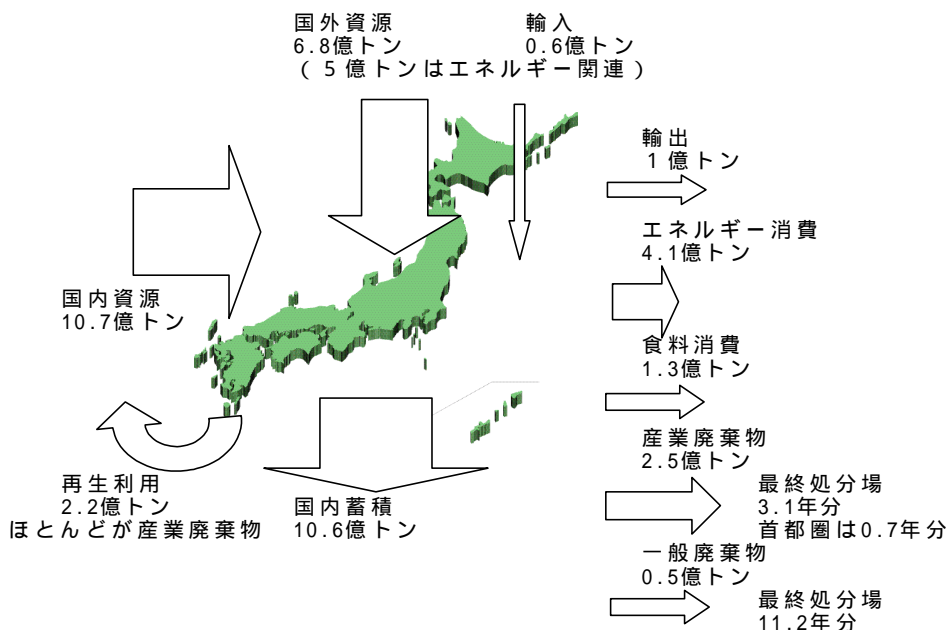
ル量は決して少なくないものの、図表1において問題なのは、最終処分場に運ばれる量の方がリサイクル量より依然として多いという点である。処分場の不足が、特に廃棄量の多い産業廃棄物において深刻な問題となっている。

次に、日本のエネルギー消費の動向を見る。エネルギー消費に占める電力消費の比率（電力化率）が高まってきており、図表2で示すように2割のエネルギーが電力の形で消費されている。民生用の消費量が、産業用を上回るに至っており、今後も民生用の伸び率が産業用を上回ると予測されている。産業用の石炭と石油の消費量は、安定的に推移していることから、今後のエネルギー消費の動向を考える際に重要なのは、電力消費の動向である。

電力産業における電力供給者は、どのような企業が担っているのかを図表3で見る。

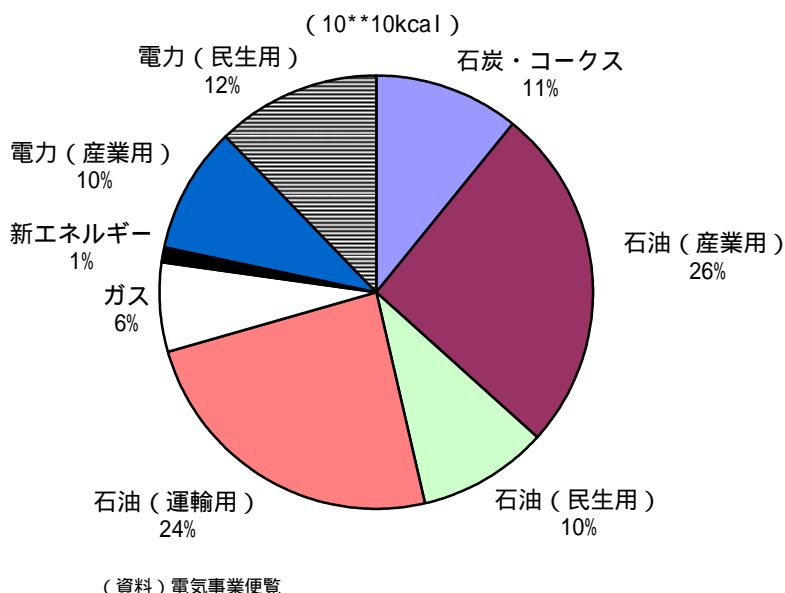
図表3では、電力を発電と送電・配電に分けて示している。発電分野には1995年以来実施されてきた自由化の効果により、特定電気事業者2社、

図表1 日本の資源バランス（1年間）



(資料)『環境白書』平成13年版の記述に基づき作成

図表2 日本の最終エネルギー消費量(1999年度)



図表3 公益事業の企業形態と企業数及びその特徴(2001年度)

	企業形態(企業数)	市場形態
電気(発電)	公企業(1)、私企業(11)、地方公営(34)、共同発電等(20)、特定電気事業者(2)、特定規模電気事業者(8)	大口供給は一部自由化
(送電・配電)	私企業(10) + 上記特定電気事業者及び特定規模電気事業者	地域独占 + 代替競争
都市ガス	私企業(169)、地方公営(68)	地域独占 + 代替競争
熱供給	私企業(86)	地域独占 + 代替競争
水道	地方公営(3,650)	地域独占

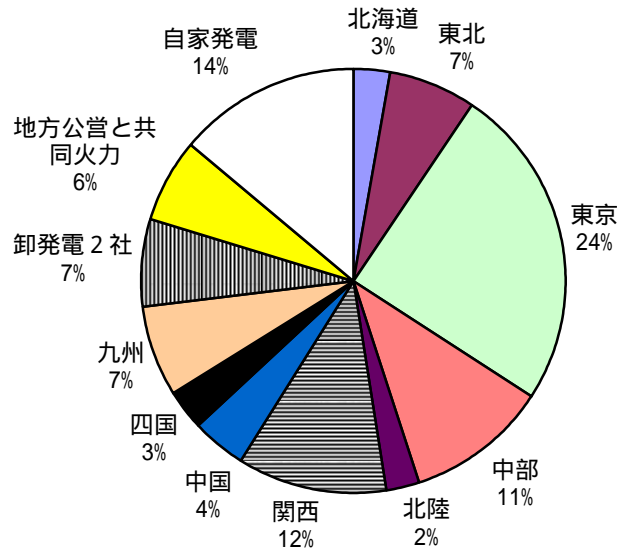
(各種資料より作成)

特定規模電力事業者8社が記載されている。注目したいのは、本論文のテーマである地方の自立をエネルギー面から検討する際に重要となる、地方公営事業者34社が記載されている点である。

図表4により発電電力量を比較すると、地方公営と共同火力を合わせても供給量の比率は大きくなく、6%を占めるに過ぎない。それでも地方におけるエネルギー供給に果たす役割は大きいと考

える。後述するように、日本全体に占める比率は小さいものの、自家発電の合計は14%になっており、合計では関西電力を上回っている。卸発電の電源開発(株)と日本原子力(株)の合計は、地方公営と共同火力の合計を上回る7%となっている。

図表4 発電電力量の比率（平成12年度）



（資料）『電気事業便覧』平成13年版より作成

．電力産業の将来像

1．電力価格の推移予測

今まで行ってきた考察を基にして、規制緩和の動きの中で、市場の役割が高まるとともに、価格メカニズムを機能させつつ地域におけるエネルギー自立、更に、環境負荷の低減を図ることが可能かを検討する。

地方の自立を考え、エネルギーが効率的に利用されるために決定的に重要な役割を果たすのが電力価格である。電力会社の体力が弱く、料金引き下げの余地が少なく、値下げが困難で電力価格が高いまま維持されると、分散型電源の価格競争力が高まる。分散型電源の導入余地が拡大すると、地域にある資源を活かし、リサイクルを進めながら経済の活性化を図れる可能性が増大する。

図表5は、電力需要の種類別の内容と、料金を表示している。

周知のように特別高圧部分が2000年より自由化されており、2003年に向けて自由化範囲の拡大が議論されている段階にある。電力価格は、特別高

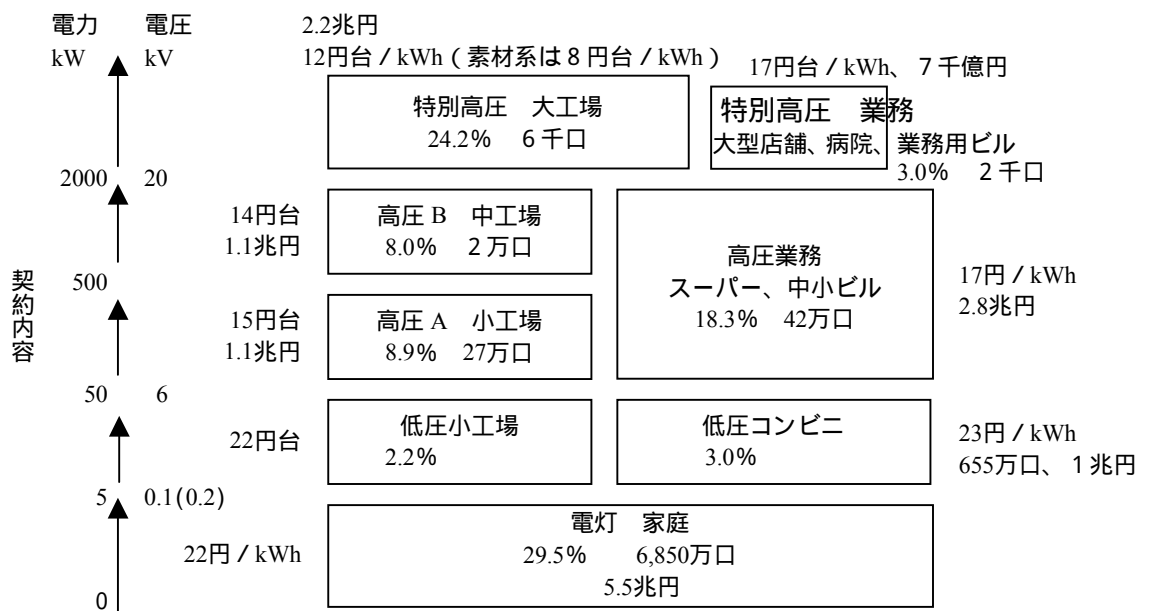
圧の工場向けが12円台であるが、素材系の企業には8円台から9円台/kWhの価格が電力会社から提示されている。

同じ高圧需要でも、業務用と、工場用の高圧Aと高圧Bでは、料金に格差が生じている。低圧と電灯はほぼ同じく22円から23円台という価格となっている。いずれも選択約款を使わない場合である。

このように格差が大きなことに対する不満が、特に割高な業務用の需要家から寄せられている。電力会社は、2003年に予定される高圧需要家に対する小売り自由化に際しても、顧客を失わないようにするためには、更に料金を引き下げる必要がある。

図表6は電力会社が予定する電力価格引き下げの計画である。いち早く7%の引き下げを発表したのが東京電力で、4月に実施している。従来、電力会社は横並びで、一斉に値下げを実施してきたが、本年のように値下げ時期と実施するかどうかに関してまで、各社の足並みが揃わなくなったのは初めてである。このような事態を前にして、

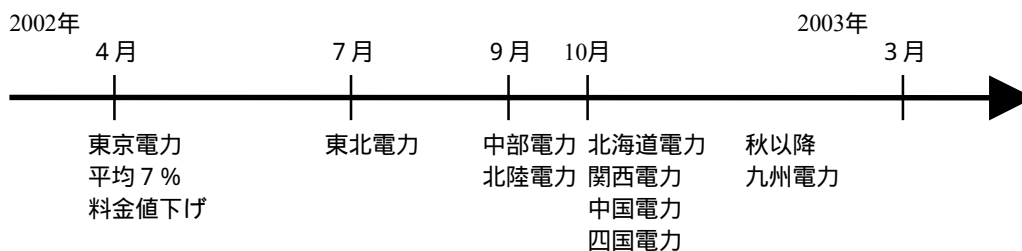
図表5 電力自由化の範囲



価格は東京電力の2002年4月以降の標準メニューによる

(東京電力発表資料より作成)

図表6 電力料金引き下げ予定



いよいよ本格的な価格競争の到来が近いと見る向きもある。引き下げを実施する場合にも、その引き下げ幅は、会社により異なる見込みである。

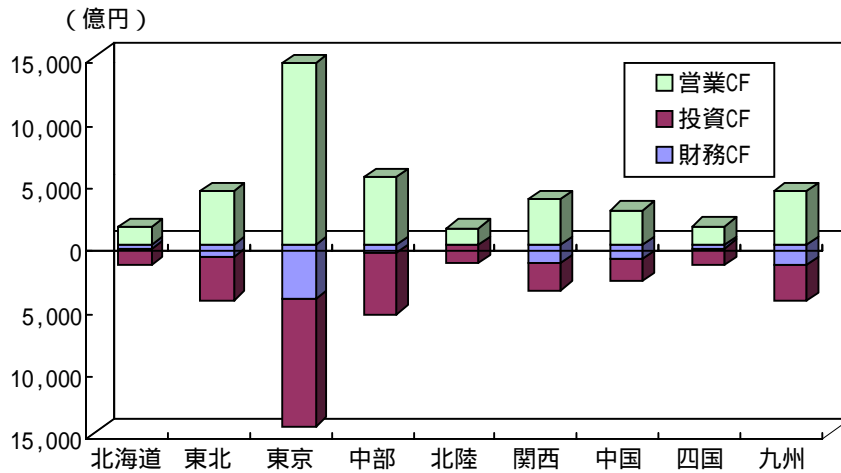
なぜ、このような格差が電力会社間で生じたのかに関しては、図表7により各社のキャッシュフローの現状を見ると明らかである。東京電力の営業キャッシュフローは抜きん出て大きく1兆5,000億円近くに達している。中部電力で5,000億円、東北電力でも5,000億円弱であることから見て、投資キャッシュフローを絞ることができれば、財務資金の捻出が可能となる。東京電力では、2010

年までの期間において更に5%程度の再値下げを可能とする2,500億円程度の資金を稼ぎ出すことは可能となっていると推計できる。

図表8は、東京電力の需要種別の電力需要量(MWh)の推移を74年度以降示している。

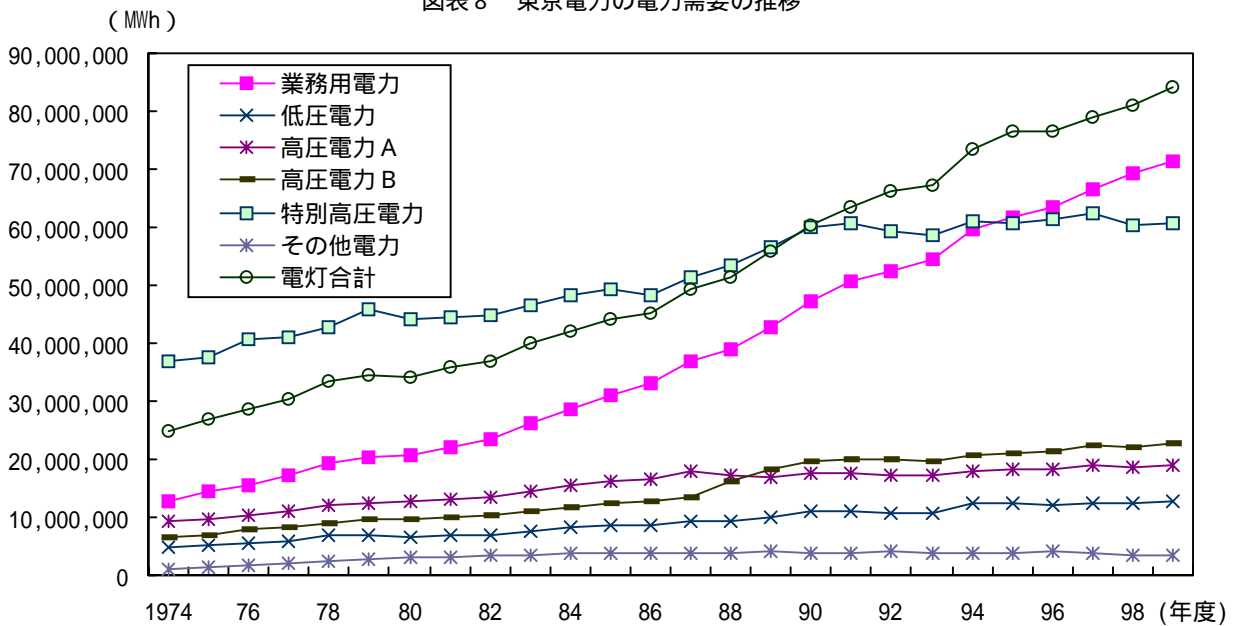
需要種別では、特別高圧の需要量の伸びが90年代に止まり、停滞している状況がわかる。一方、電灯需要と業務用電力の需要量は順調に拡大を続けている。高圧電力Bと高圧電力A、それに低圧電力の需要量は、電灯、業務用、特別高圧と比べると少なく、経営に与える影響度は小さいことが

図表7 電力会社のキャッシュフロー（2000年度末）



(資料) 各社決算資料より作成

図表8 東京電力の電力需要の推移



わかる。

では次に、電力各社及び新規参入企業の関心が集中する東京電力の料金引き下げは、今後どこまで可能なのかを検討する。まず売上高の推移を見つつ、今後の東京電力の売上高がどのように変化すると考えられるかを見る。次いでキャッシュフローがうまく回るかを検討し、更に料金引き下げ

の可能性を見た。

2002年の7%値下げのみの場合、電力需要増があれば、2008年以降に再度10%程度的大幅値下げを実施することが可能となる。

2005年に再度の値下げ5%を行った場合も、電力需要増があれば、2009年に5%程度の値下げ可能である。

2005年以降の需要が伸びない場合、再値下げは経営上2010年までの間では望ましくない。借入金の削減を一時停止する等の方策を採用しないと値下げは無理となる。

以上が検討結果である。

この結果を前提にして、電灯料金と電力料金とは、それぞれどの程度の価格まで引き下げられると予測できるかを図表9で見る。

図表9で示すように、2010年における電灯価格は、7%の値下げを2002年のみ実施する場合には20.76円/kWhのままであり、2005年に追加値下げをした場合には19.72円/kWh、2002年の値下げをした後、2005年の値下げを見送った場合には2008年に10%の値下げが可能となって18.69円/kWhとなる。2005年の値下げを実施した後は、2009年あるいはそれ以降に5%の値下げが可能となり18.74円/kWhとなる。

電力価格は、値下げを2002年のみ実施する場合には16.03円/kWhのままであり、2005年に追加値下げをした場合には15.23円/kWh、2002年の

値下げをした後、2005年の値下げを見送った場合には2008年に10%の値下げが可能となって14.42円/kWhとなる。2005年の値下げを実施した後は、2009年あるいはそれ以降に5%の値下げが可能となり14.46円/kWhとなる。

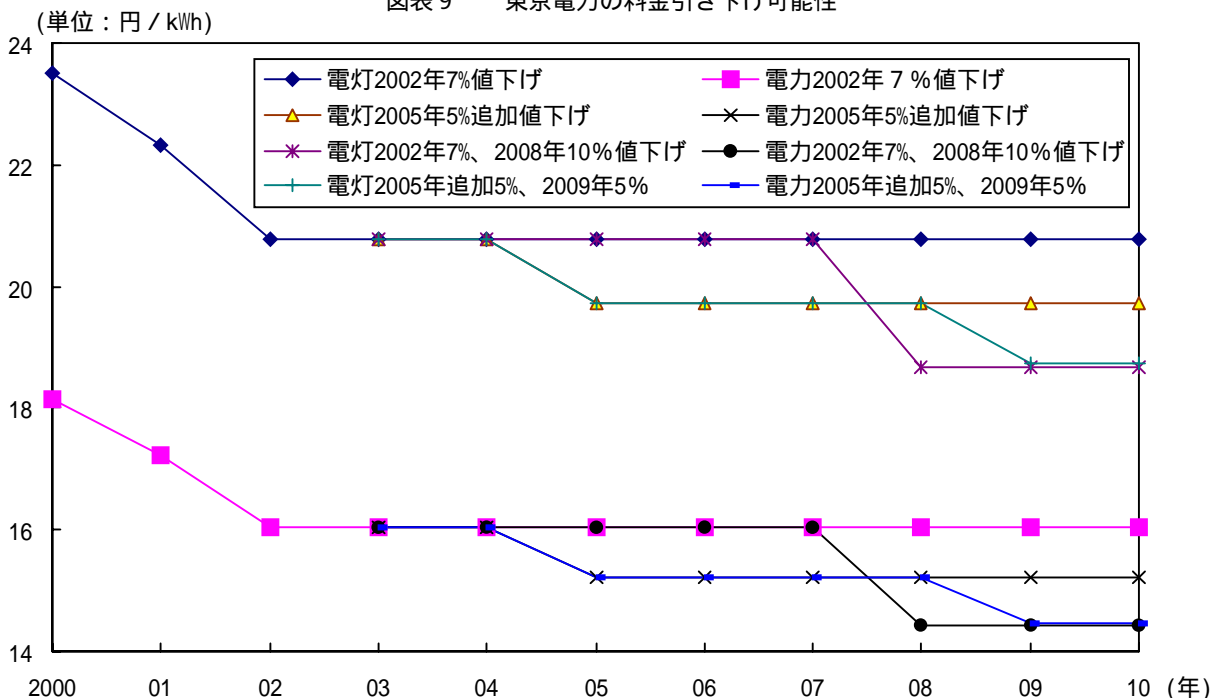
以上のように、2010年までの期間においては、電灯の最も安い料金は18.74円/kWh、電力では14.46円/kWhとなる。電灯が20円を切り、電力が15円を下回る価格が2010年までの目標となる。

値下げ余力は、経済情勢次第で容易に変わる。例えば、電力・電灯需要が1%変動したのみで500億円の収益が変動し、料金1%分の引下げ余力が生まれるか、消え去るかする。こうした事態は今後も容易に生じ得る。

また、金利の1%の上昇により、900億円の追加の利子支払いが必要となり、料金引き下げ余力としては、1.8%ほどの値下げ可能性(単年度で見て)が消滅する。

経費削減スケジュールのいっそうの前倒し実施は、垂直統合された電力会社の経営体そのものの

図表9 東京電力の料金引き下げ可能性



変更を意味している。したがって、よほど将来像が明確化してこないと、組織の大幅な変更には手をつけられない。

景気が一定程度回復し、需要が予想される場合、電力で1%/年、電灯で2%/年の伸びとなり、その一方で経費削減の手綱を緩めない場合には、大幅な料金引き下げが可能となり、電灯が19円を切り、電力が15円を下回る。

一方、少子化、人口減少、更に景気低迷が今後も2010年まで続く場合には、電力需要の減退が2004年以降に生じ、この場合には、2002年の電灯・電力の平均7%の引き下げのみに止まることが経営上望ましい。

2002年現在、東京電力は設備投資の大幅削減を進めているが、このまま2010年まで抑制が続けられるかに関しては、電力需要の動向を始めとして多くの不確定要素が存在している。しかも、今後も夏の天候次第では最高電力の更新が生じる可能性が高い。

東京電力は2001年7月13日、電力のピーク需要を示す最大電力が6,230万キロワットと過去最高になり、前日に更新した記録を更に150万キロワ

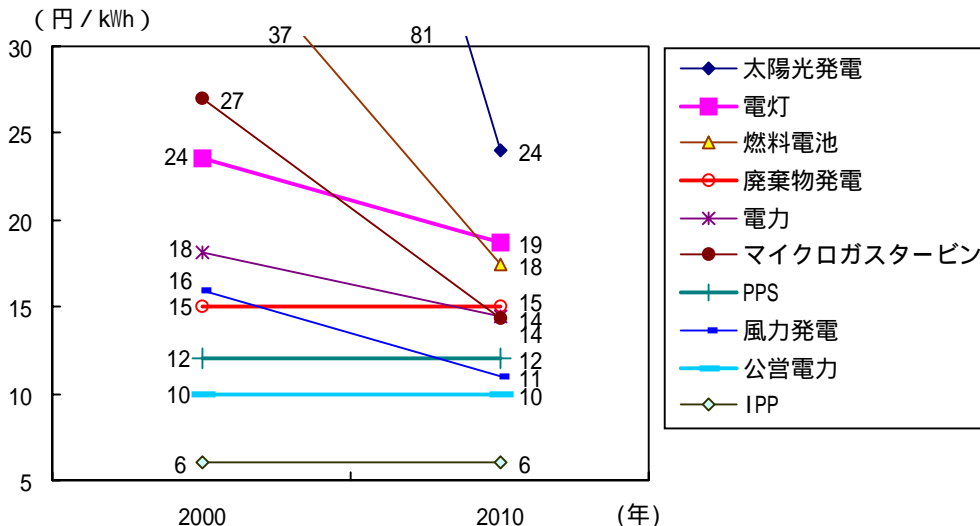
ット上回った。大型原子力発電所1基分以上にあたる需要ピーク量が出現した。ピーク時に対応するための発電能力の確保が必要となっている。1996年から2001年まで6年間、景気低迷で東電の最大電力の更新はなかった。それでも2001年7月のように猛暑となると、7月であっても、冷房需要の拡大で簡単にピークが生じる。2001年のカリフォルニアと同じ状況に日本は向かっている、との主張も聞かれる。東京電力は発電所の建設の先延ばしと凍結を行っているが、今後も景気を映す鏡、経済動向の先行指標としての電力需要の動きに十分な配慮を払う必要があり、そのためには需給の状況、価格の動向に関して今まで以上に多くの情報が電力需要家に提供されて、適切な判断が行えるようになる必要がある。

2. 分散型電源の導入可能性

以下の図表10は、2000年及び2010年における電力供給価格を試算した結果を、電力会社が提供する価格と分散型発電が提供する価格との比較で表示している。

電力会社の価格には、値下げのトップランナー

図表10 電力価格の推移予測



(資料) 種々の前提に基づき作成

である東京電力の価格を記載している。

一方、分散型については、太陽光発電、燃料電池、廃棄物発電、マイクロガスタービン、風力発電を記載している。更に、PPS、IPP、公営電力の供給価格も記載している。

記載した数値は、さまざまな前提をおいて計算した値であり、今後2010年に向けて、分散型発電の供給価格は更に低下する可能性が存在している。

供給される価格が高い方から見ると、まず、太陽光発電では2000年において81円/kWhの供給価格が、2010年では24円まで低下する可能性が存在している。

続いて、燃料電池を見ると、注目されるのは、排出される熱を最大限利用する最適な運転を行った場合には、先に見たように東京電力が最大限料金引き下げを行って漸く到達した18円/kWh程度の電灯料金と競争できる程度まで価格引き下げが可能となる、との予測ができる。家庭用の小型燃料電池の実用化と市販も2002年から始まる予定であり、2010年に向けて、最も電力自由化の導入が遅くなる電灯部門においても、供給源の多様化が待った無しで生じることがわかる。

電力価格に対しても強敵が現れる。それはマイクロガスタービン(MGT)である。電力価格が、平均で18円台から14円台に達するまで引き下げられると予測できるのに対して、MGTでは14円台前半の価格での供給が可能となると予測できる。

廃棄物発電は、証書取引等の供給支援策が導入されると若干低下すると予測できる。ただし、現状では横ばいの15円として記載している。

PPSは現状では12円程度の価格が利益を確保できる精一杯の価格であり、2010年まで横ばいとした。注目されるのは風力発電で、現在16円台と見積もられる価格が2010年では11円程度まで低下すると予測でき、競争力を確保すると予測される。ただし、量としてどこまで確保できるかが課題となる。

公営電力は、償却が終了した安く供給できる設備かどうかにより、現状でも価格に大きな幅があるが、現状の平均値である10円で記載している。

最も安く供給可能なのがIPPであるが、既にかんりの部分は電力会社と契約済みであるところも多く、価格は低いものの、この先更に多量に供給することは難しくなっている。

マイクロガスタービンを導入するメリットとしては、燃料の制約が少なく天然ガス以外にも、LPG、石油系燃料(灯油、軽油、A重油)も利用可能である点大きい。また、燃料電池と装置の容積を比べた場合に、マイクロガスタービンの方が同規模の発電を行う場合に、小型化が可能である。

現在既に発電効率30%でNOx排出量が10ppmのマイクロガスタービン機器が開発されており、今後は更に開発が進む予定で、小規模な機器であってもそれを並列に設置して大規模化して利用する試みも始まっている。熱の利用が可能ならば総合効率70%が達成できるので、マイクロガスタービンも熱の利用を進めることが望ましい。つまり、コージェネ(熱電併給)システムの普及を目指すべきであると考えられる。

問題は、小規模と言っても、イニシャルコストの負担が中小の電力需要家にとっては大きい点にある。このため施設の負担を軽減できるリース制度の普及が必要となっている。

熱需要の多い小規模施設としては、クリーニング店、レストラン、ヘルスセンター、スポーツ施設、福祉施設、病院、ホテル、映画館、スーパー、百貨店、学校がある。

50kWのマイクロガスタービンを導入すると、約300戸の住宅の電力と熱需要を24時間賄うことができる。このように将来性が高いマイクロガスタービンの設置に対応した制度として、「自家発補給契約制度」を創設する必要があると考える。

こうして分散型電源の導入が進むとすると、従来考えられていた電力需要のピーク引き下げ策と

してのデマンドサイドマネジメント（DSM）の手法にも再考が必要となる。従来型のエコアイス等の蓄熱を促進することで、ピーク需要を引き下げるタイプのデマンドサイドマネジメント導入が必要となる。この手法は、電力会社が垂直統合しており、発電側の都合（ピークを引き下げたい）を、需要側に押しつける（蓄熱層を設置させる）ことで成立していた。電力産業の構造改革が進み、経営面で発電・送電・配電の機能分離が生じると、垂直統合に見合ったデマンドサイドマネジメント策の導入が難しくなっていく。なぜなら、発電会社はその会社自身での最適化を図り、配電・小売り会社も、その会社としての最適な経営を目指すからである。

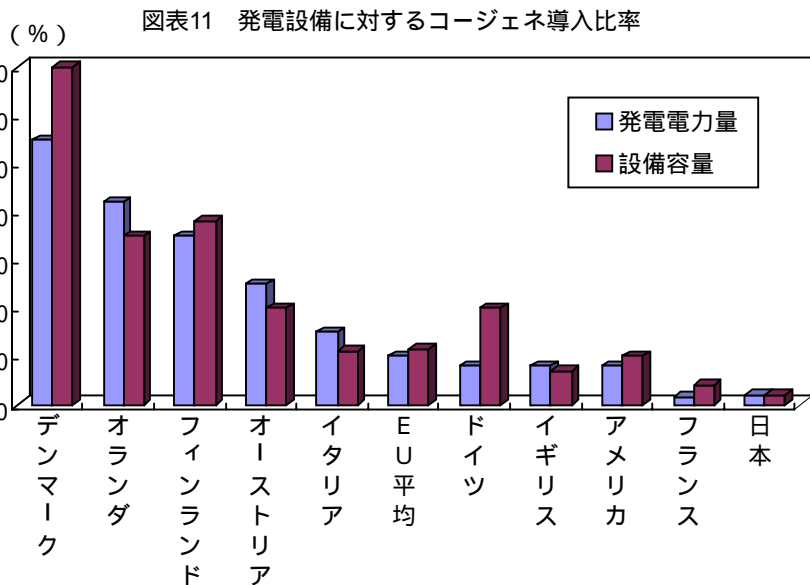
つまり、従来型のデマンドサイドマネジメントは、垂直統合型の電力会社においてのみ意味がある手法であった。

そうした構造変化の中では、ピークを引き下げることができる手法の導入が必要となる。その手法が、以下で説明する電力を節約したことが電力会社においても利益となる節電所（ネガワットとも呼称される）及び LCP（最小費用計画）、IRP（統合資源計画）である。ピークを引き下げるこ

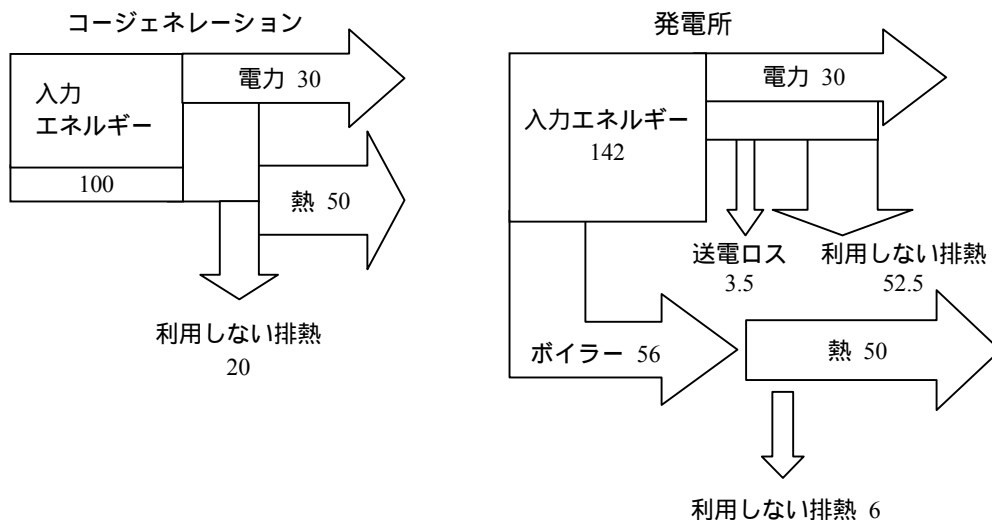
とで、電力会社のトータルの電力販売量は減少するが、それでも電力会社がこの手法を進めることが利益となるためには、次のような前提が必要となる。

まず、電力会社が提供するの電力そのものと言うよりは、電気を提供することにより得られる便益（サービス）であるとの大前提が必要となる。電力会社が行うのがサービスの提供であるとの理解が顧客から得られれば、ピーク需要を引き下げることで顧客の電気代の引き下げが図れた場合、それは顧客においても利益となり、電力会社においても利益となる。ピーク需要対応の設備投資が削減できる。こうして省エネ策を積極的に導入することが、電力会社の利益となるシステムが形成できる。これらの経営方針の導入を可能とするのが、先に述べた節電所（ネガワット）、LCP（最小費用計画）及び IRP（統合資源計画）といった考え方である。

これまでコージェネレーション導入のメリットを述べてきたが、そもそも日本ではコージェネの導入比率が低すぎる点が問題である。図表11は2001年度における世界のコージェネレーション導入状況を記載している。日本のコージェネレーシ



図表12 コージェネレーション導入の効果



コージェネレーション導入比率は1%台であり、デンマークの発電電力量比55%、設備容量比70%という普及率と比べると、余りにも低い。日本でも寒冷な地域は、北海道、東北、信州のように存在していることから見て、導入拡大は可能と考えられる。

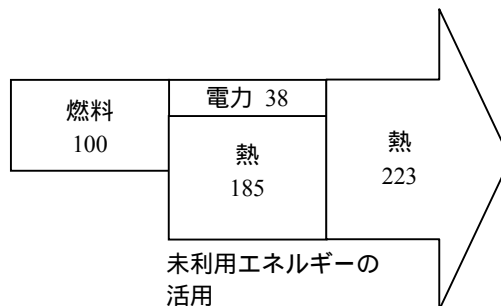
図表12はコージェネレーションの導入効果を示している。

熱を資源として考え、リサイクルするサーマルリサイクルは、化石燃料使用量の節約を意味しており、省エネ効果が高くなる。一度利用したエネルギーは可能な限り使い尽くす必要があり、入力エネルギー量を比べると、同じだけの仕事（電力30単位及び熱50単位）を得るために、コージェネレーションでは100の入力で済むが、電力会社からの買電では、142のエネルギーが必要となる。

利用しない排熱として大気中に出される熱量が大きく異なる点からみても、コージェネの環境負荷が小さいことは明白である。コージェネでは20単位の熱が放出されており、一方従来型の発電所では58.6単位の熱が放出されている（ $58.6 = 52.5 + 6$ による）。

図表13はヒートポンプの効果を示している。エネルギーが担うことができる仕事の能力をエクセ

図表13 ヒートポンプの効果

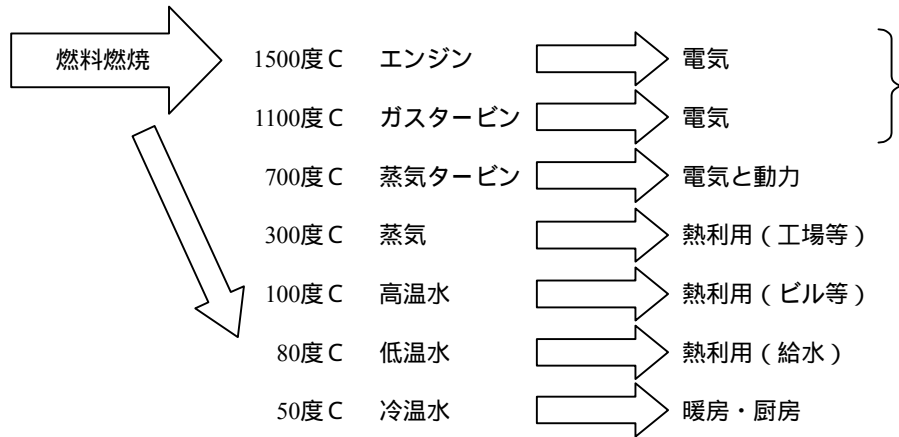


ルギーと呼ぶが、ヒートポンプを利用すると投入したエネルギーの2倍を超えるエネルギーが取り出せる。100の燃料を投入すると、223の熱が得られている。これを成績係数（COP：Coefficient of Performance）が1を超えるという言い方をする。

投入量を超える熱が得られるのは、目標温度80度Cの熱を取り出すことを目的とすると、安定的な大気中からの熱を吸収することで、必要な熱を供給することが可能となるからである。温熱を供給するヒートポンプとは逆に、冷熱を供給する冷凍機も多く用いられている。

図表14で示すように、一度燃料を燃焼させることで得られた質が高い高温の熱は、まずエンジンを回すために利用するのが望ましい。更に、ガス

図表14 熱のカスケード利用の重要性



タービン、蒸気タービンでの利用と、より低い温度でも利用できる装置で利用していくべきである。

更に温度が下がってくると、蒸気での利用、高温水での利用、低温水での利用と進み、最後に50度程度の冷温水での利用が行われる。一度下がった熱を再度暖めるためにはエネルギーが必要である。段階的（カスケード的）に熱を利用することが最も合理的となる。

技術は進歩しており、資源を効率的に使うという面では、近年発明され導入・利用されているシステムが、実は最新のシステムと比べると、失敗した発明であるという例もある。将来のある時点から見た場合、極めて効率の悪いシステムであったと評価されるに違いないという状況も生じている。

例えば、水洗トイレをあげることができる。水洗トイレは、環境問題に関心のある人々からは、人類の最も愚かな発明の一つと言われるようになってきている。発明者としてトマス・クラッパー（Thomas Crapper）という1800年代に活躍した英国人が記録に残っている。同氏は今後、人類の歴史に不名誉な発明者として残らざるを得なくなっている。

飲用になる水で人間の排泄物を希釈して流してしまっており、人間がせっかく水分（尿）と固形

物として分けて排出しているものを一緒にして流している。下水処分場に送るために質の高い肥料と土壌改良剤になる資源の有効活用が図れず、逆に汚泥の処分がたいへん高がついている。

現在、最新のバイオ技術を用いて固形排泄物をコンポスト化するシステムが、北欧、北米を中心に急速に導入されている。この点でも、地域での物質循環を図る試みが積極的に推進されている。

・地域自立のエネルギーシステム

1. 自然資本とサービスの重視

分散型発電が競争力を持ち急速に普及すると考えられる以上、新たな状況に対応するために体制作りを進める必要が生じる。従来取り入れられてきた手法及び考え方に対する修正を行うことは待ったなしとなる。

新しいシステムにおいては、所有することよりも、利用を重視し、サービスの重視が課題となる。ストックよりもフロー重視の経済が構築され、自然資本への還元と再投資の重要性が認識される。そうすることで、資源生産性の飛躍的な上昇により、ファクター4（つまりエネルギー消費の4分の1への減少）、更にはファクター10（エネルギー消費の10分の1への削減）が達成される。例え

ば、アルミはリサイクルするとエネルギー消費量が20分の1で済む。ファクター4及びファクター10が実現できる場面は、リサイクルを考えると決して少なくない。

経済性と、製品製造等に使用されるエネルギーが回収されるまでの期間である「エネルギー・ペイバックタイム」という考え方が重要になる。エネルギー・ペイバックタイムは、例えば太陽電池を考えると理解しやすい。製品にするための材料とその加工のためにエネルギーと更に製造のために必要なエネルギーを計算し、使用することにより、製造・製品化のために必要となったエネルギーをどのくらいの期間でペイバックできるかを算出する。

現在では、更に、物質循環の観点から製品の優劣を検討する必要が生じている。ラップトップコンピュータでは、重量の4,000倍の廃棄物が製造及び使用を通じて出るとされる(Anderson, R.C., 1998 “mid-Course Correction” Peregrinzilla Press, Interface Corp., Atlanta, GA)。製品のライフサイクルで見たエネルギー消費の1,000分の1で済む「設計段階」において、その後の製品のリサイクル可

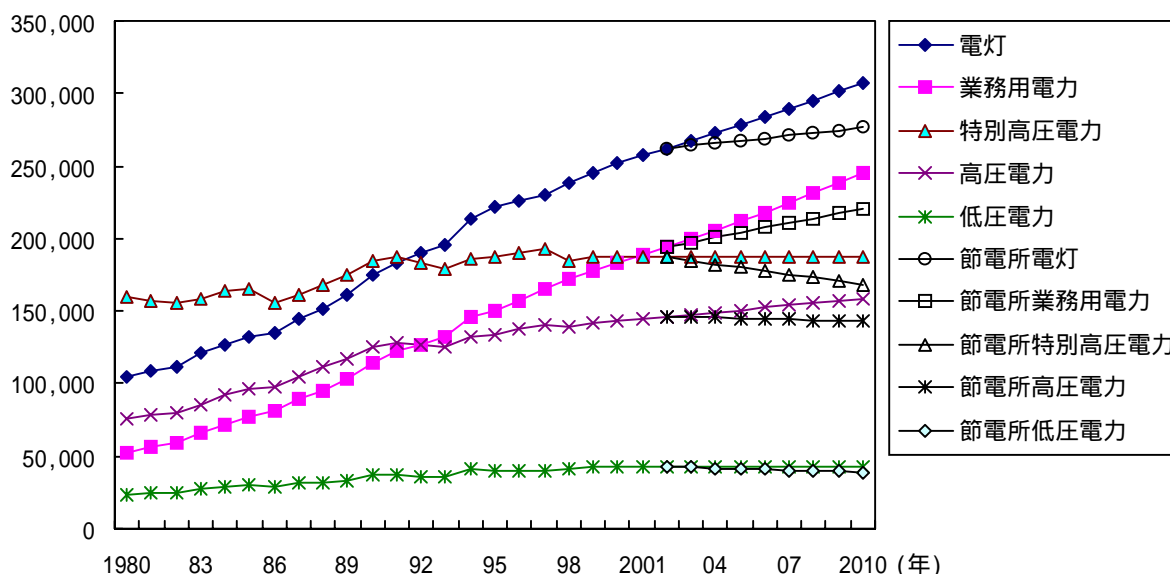
能性が決定されると言われている。製品が作られる最初の段階において、その後の製品のライフサイクルを見通した慎重な設計が行われる必要がある。

大きな転換点にあたると考えられる今後2010年までの期間においては、エネルギー・環境・ごみ処理をトータルに考えた地域自立に向けた取り組みのためのあるべき体制を検討していく必要性が生じている。例えば、消費者が安価な電力を求めただけである場合には、それほど費用がかからずに取り組める省エネ機会が失われてしまう可能性がある。消費者の選択の機会としての省エネの意味付けが重要となる。省エネも利益を得る機会であるとの、供給側と消費者側との共通の理解が必要である。

図表15は節電所(ネガワット)を導入した効果の推定である。一般に5%程度の省エネは目標として可能であろうとの見方があり、この目標に上積みする形で、約1割の節電の効果が期待できると見積もることができる。

節電所導入の効果を発揮し、1割の電力需要の減少を市場原理を活用する中で生み出すためには、

図表15 節電所(ネガワット)導入の効果



先にも記載したように、電力取引の制度に対する理解を供給側（電力会社）と消費者側が共通に持ち、節電できたことで得られる利益分を分け合う（シェアする）必要がある。

今後、電力会社は発電所投資ではなく、顧客の効率改善に投資するとの方針を明確に打ち出す必要があり、電力会社に利益をもたらす省エネが存在し得るということを理解して、そうした手法を導入した電力会社であることを広く社会にアピールする必要が生じる。

最小費用計画（LCP）は、エネルギー供給企業に供給費用よりも安く顧客の省エネが可能である場合には、省エネを促進するように義務付ける制度である。顧客が求めるエネルギーサービス費用を見積もる以上、外部費用の見積もりを行うことが必要となる。

例えば現在のような不況時には、投資家はリスク回避的になっており、産業部門では3年程度で投資が回収できないと新規投資、追加投資に踏み切らない。こうした産業部門の動向を見た公共部門、家計部門も同様に短期での投資回収を目指す傾向が強くなっている。このような場合には、所

有することのリスクを軽減し、サービスの対価としての利益確保の手法となるリース制度の導入が重要となる。

そもそもエネルギー利用効率の向上の余地はまだまだ大きい。エネルギーの効率的な利用のための技術は既に開発されているものの、その導入が進んでいないという点が指摘されており（ヘニッケほか p.85及び西岡ほか p.2）節電所の考え方が導入されることで、有用エネルギーの利用が急速に向上する可能性がある。

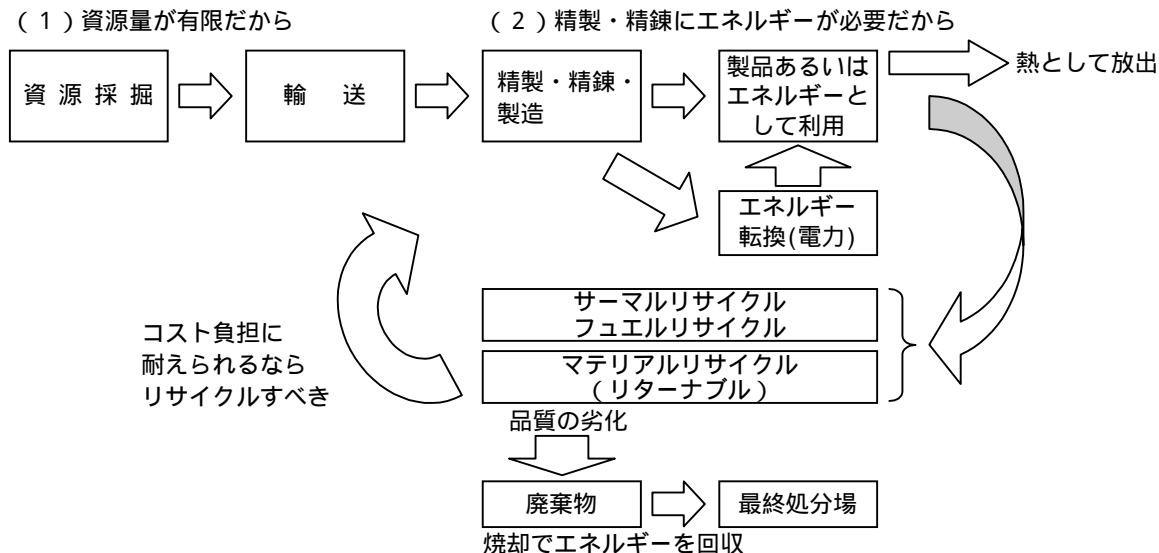
2. リサイクルの重要性

なぜリサイクルが重要なのか、なぜリサイクルすべきなのか、ここではその理由を考察する。

図表16に記載したように、資源量の制約が第一の理由である。有用資源が有限であり、経済的に質の高い資源が採掘できる量が限られている以上、リサイクルを行う経済性が存在している。また、資源を精製、精錬、製造するためにはエネルギーが必要であり、このエネルギー使用量を考慮すると、リサイクルが必要となる意味が生じる。

ここでごみ焼却場において発電を実施する際の

図表16 リサイクルの意味



経済効果を検討する。

事例としては、人口29万人の広域行政区域（2市2町）対象として試算してみる。この2市2町では市町村合併が行われる計画がある。この2市2町の予算規模は850億円で、うち清掃費に計上されているのは16億円（清掃を担当する事務組合計上分）である。アルミ等の有用物をリサイクルすることで得られる収入は年間3,000万円である。この地域では、合計で375トン/日のごみ処理能力をもつ焼却施設が設置されている。焼却場の建設費は約50億円である。年間ごみ処理量は、可燃ごみが8万トン/年、資源・不燃ごみが9,000トン/年である。

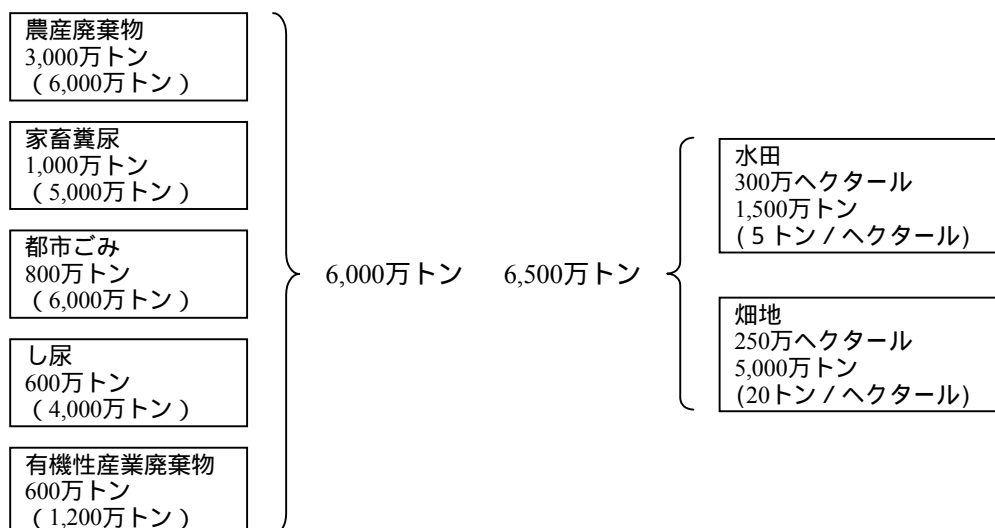
現在、試算に用いる地域では発電は実施されていないが、ごみ焼却からの排ガスを利用して発電すると仮定して試算すると、発電可能量は6,000~7,000kWとなる。うち1,500kW程度の電力が、焼却場の場内消費として必要と見積もられる。4,500kWから5,500kWを売電すると仮定すると、年間では約2億円の収入がごみを燃やすことにより得られる電気の販売として生じる。この売電価格は、東京電力が現在設定している夏季昼間11円

50銭/kWh、その他4円50銭/kWhの料金に基づいて計算している。今後、ごみ発電からの売電が進み、電力小売りの全面自由化と発電部門への新規参入事業者の増加により競争が強まれば、ごみ発電からの買い取り価格は現在よりは上昇していくと予測できる。今回試算に用いた事例でも、売電価格は3億円から最大では4億円程度が確保できると予測できる。こうしてごみ発電を含んだ清掃事業とすることで、確実に地方自治体の収支は改善する。

リサイクルされた資源には需要先が存在している。図表17がその例であるが、日本の有機性廃棄物排出量のうち、回収可能な量の6,000万トンに対して、水田と畑地を合わせて6,500万トンの需要量が存在している。すなわち、供給体制が整うと、需要先は既にあるということがわかる。

そのほか、ごみ処理施設の地下からは無視できない量のメタンが発生している。収集して燃料として焼却し、温暖化効果が少ない二酸化炭素として放出できることが望ましい。この埋立地からのガス（Land Fill Gas）の利用促進が図られるべきで、特に発電用として利用拡大が期待されている。

図表17 農業廃棄物と廃棄物に対する需要



(資料) 亀山ほか1996、p.57を元に作成

また、下水の汚泥も分解されてメタンとなるので、発電用として利用できる。

日本では1人1日平均で約1kgのごみを出している。ごみ1kgの発熱量（低位発熱量）は2,000kcalである。ただし年々ごみの発熱量は上昇傾向にある。

一方、日本人の1日当たりのエネルギーを使用量は10万kcalである。エネルギー使用量から見ると、ごみとなっている量は2%にとどまっている。エネルギーの使用量が多すぎると言えるが、ごみの占める2%という量は決して小さな値ではない。今後いっそう削減されるべきである。

経済システムの中に取り込んでリサイクルを行っていくためにはどのような点に留意すべきかを、図表18を用いて検討する。図表18で示すように、経済性の判断が問題となる個所は3カ所あり、

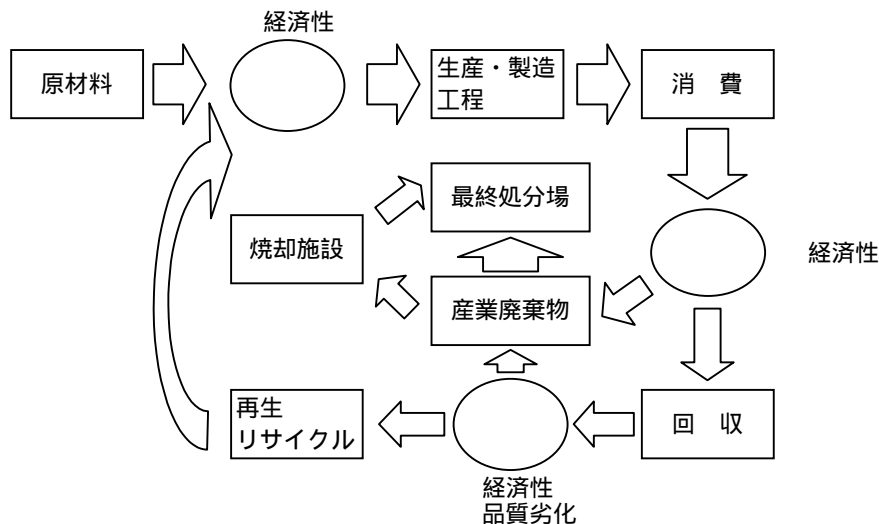
では原材料と再生リサイクル品（再使用原料）とのコストと品質が比較される。次いで消費した後の段階において、回収すべきか廃棄すべきかの選択が行われる。更に回収された後の段階

において、再生リサイクルに回すべきか、それとも廃棄すべきかの経済性が検討され、決断が下される。

今後、分散型電源の供給が進み、各地域ごとに環境に配慮した物質のフローを形成し、エネルギーの効率的利用を図っていく必要が生じると判断できる。地域から発想するという事は、むしろ地球環境に直結した地球を汚さないシステム作りが可能となる状況が生まれたことを意味する。エコロジカル・フットプリントと呼ばれる考え方があるが、この考え方によると、地域内で耐えられる生物的許容量の範囲内で生活するように、必要な資源量とエネルギー量を推定すべしとしている。地域のフロー量が推測できたら、その経済を支えることができる地表の面積規模を算定することが可能となる。確かに、工業化が進むと1人当たり必要な面積は拡大する傾向が見てとれる。

従来、マクロ経済学で用いられる「成長会計式」は、有用なもののみを計算式に含めてきた。ただし、製造部門が製造する製品には、有用なものとともに、有害なもの、負の価値があるものも含まれており、そうした製品の付随物も生産されてきた。自然資本を含めたフローのシートを作成することで、製品の外部性を含んだ価値、労働と知識の外部コストを含んだ価値を明らかにする試みが広がっていくと考える。

図表18 リサイクルの実施可能性



既に世界的に拡大生産者責任（EPR）の考え方が取り入れられつつあり、特にドイツ企業は生産者としての責任が、消費者が購買した後、その製品を廃棄し、更にその後の処分場に置かれるまでの全ライフサイクルに及ぶとされるために、開発・製造段階から細心の注意が払われるように変化してきている。

電力価格体系の変更も必要である。現在、電力消費の増大に対しては割引する制度が導入されており、効率化により消費量を削減すると、単位当たりの電力価格は割高となってしまう。電力会社が売るべきものがサービスとなれば状況は変わる。基本料金と従量料金から形成される料金体系のうち、従量料金の比率を高めるべきである。

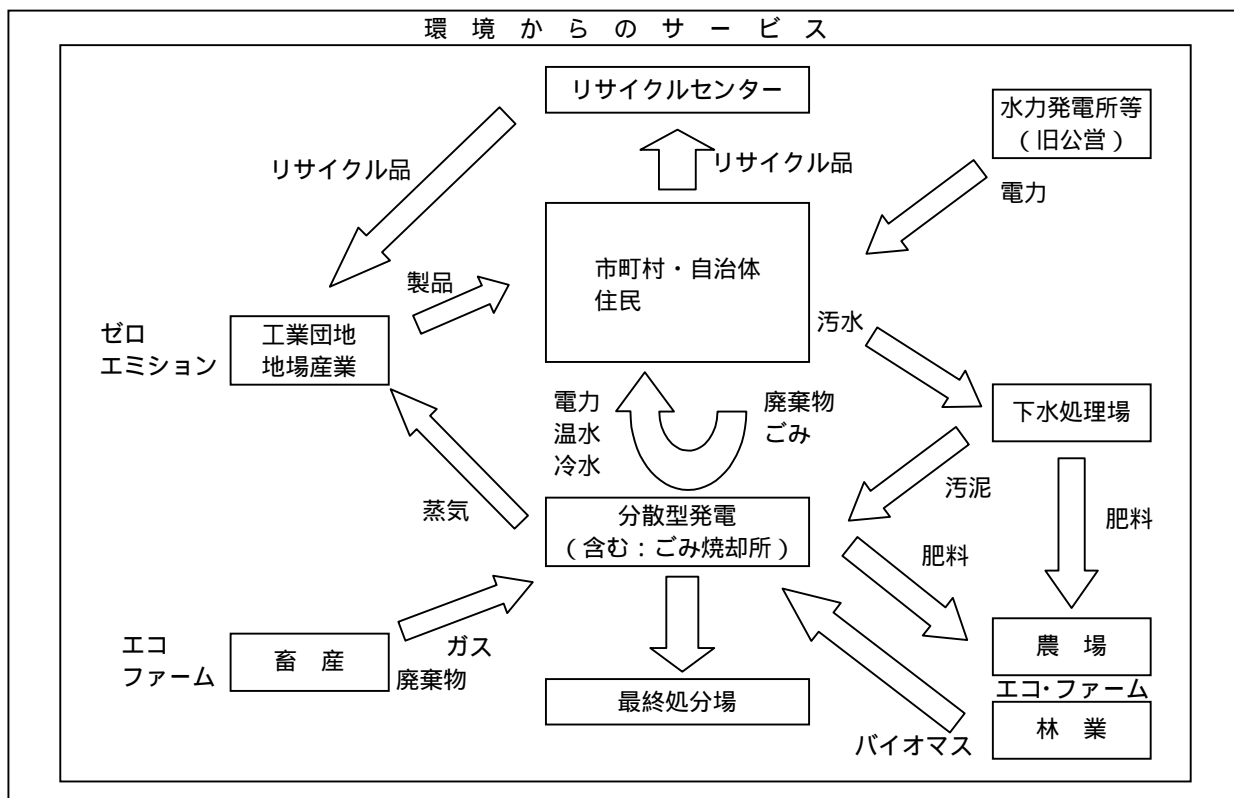
3. 地域自立のためのエネルギー・環境・ごみ処理システム

図表19は、地域自立のために目指すべきシステムのあり方を示している。エネルギー・環境・ごみ処理の面から、環境負荷を最小化するためには、地域内にある工業、農業、林業、畜産業といった産業を全て取り込んだ形で、システムを再構築する必要がある。

地球システムはファインチューニングされた人間が調整することができないシステムであると理解すべきであり、地球という生態系システムの下で、人間はいかに生存させてもらえるかを考察すべきである。図表19は環境からのサービスを受けながら、その中で地域の自立を目指した産業活動が行われる様子を描いている。

図表18で述べたリサイクルに関しても、現在、

図表19 地域自立のためのエネルギー・環境・ごみ処理システム



再考が求められている。

容器リサイクル法に対しては拡大生産者責任の考え方が導入されていくべきであると考え。現状では分別・収集・運搬は自治体負担であり、費用の8割は自治体が負っている。リサイクル量は確かに増大したが、不法投棄も急増している。

今後は、ドイツの「循環経済・廃棄物処理法」(1996年10月発効)に倣い、地域社会の持続的な発展を目指す拡大生産者責任を規定した条例を地方自治体は制定していくべきである。この動きに対応して、企業は自社製品がごみとして出された場合には無料で引き取る義務があることを明記することになる。また、汚染者負担の原則(PPP)の明記も必要となる。

電力自由化を更に進めていくことも必要である。電力自由化を進めることは、サービス重視への動きと一致しているとの認識も必要である。ライフサイクルアセスメント(LCA)に基づいた最適化を図る分散型の地域エネルギー・ごみシステムの確立が行われるべきで、このような施策なしに環境負荷の低減は実現できない。

地域のエネルギー・環境・ごみ処理システムの確立を目指す施策として以下の3点を特に強調しておきたい。

資源リサイクルを取り込んだ、地域でのエネルギー自立策の導入が必要である。エネルギーの安定供給が確保できることで、地域発展の基礎となるインフラが形成できたことになる。地域におけるエネルギー自立策導入の際には、防災性の確保とエネルギー価格の低減を重視することが必要である。

技術革新により分散型電源の価格競争力が生じており、今後導入促進を加速する施策が必要である。公営電力の役割を重視する必要があり、地方自治体は電力収入確保により財政自主権確立の第一歩を踏み出すべきである。投下資本回収の可能が大きくなってきており、地域内

にどのような自然資源が存在しており、分散型電源のエネルギー源として利用可能かを調べ、導入策を講じるべきである。しかも、今後の分散型発電の急増に見合ったエネルギー供給システムの整備を進めるべきで、料金制度の改革と価格設定の自由度拡大、小規模分散型発電の急増に対処できる逆潮流に配慮した送配電設備の増強が必要であるとの認識が重要である。

各地方自治体が主体的に独自の取り組みを推進すべきである。エネルギー自立のために利用できる資源は、地域ごとに異なっており、バイオマス資源が豊富な地域においても、どのような農産物が利用できるか、畜産は存在しているか、林業は盛んか、水産業はあるか等、さまざまな差異が存在している。各地方において、独自の取り組みを行う中から、地元での雇用確保に取り組むべきである。そうしてこそ息の長い、地元に着した環境負荷の低減策を導入し、育てていくことが可能となる。エネルギー自立、雇用確保、環境負荷低減を目指す「地域起業」のモデル事業として、例えばバイオトイレの導入による省エネ実践が有益である。

なお今後は、地域における廃棄物発電、リサイクルセンター設置といった施設導入の計画支援を実施しながら、実証研究に取り組みたいと考える。

【参考資料】

- 赤尾健一(1997)『地球環境と環境経済学』成文堂
- 亀山秀雄、小島紀徳(1997)『エネルギー・資源リサイクル』倍風館
- 財団法人/省エネルギーセンター編(2001)『省エネルギー便覧 2001年版』財団法人/省エネルギーセンター
- 社団法人 日本電設工業協会(2000)『電設技術者のためのコージェネレーションの実務』オーム社
- 総合研究開発機構、植田和弘共編(2000)『循環型社

会の先進空間』農文協
 西岡秀三（2001）『温室効果ガス削減技術』エネルギーフォーラム
 日本コージェネレーションセンター編（2000）『コージェネレーション総合マニュアル』通産資料調査会
 日本貿易振興会（ジェトロ）（1999）『21世紀・世界のリサイクル』日本貿易振興会
 ヘニッケ、ペーター、ディーター・ザイフリート（2001）『ネガワット』財団法人／省エネルギーセンター
 ホーケン・ポール、エイモリ・B・ロビンス、L・ハンター・ロビンス（2001）『自然資本の経済』日本経済新聞社
 山本博巳、藤野純一（2000）『バイオエネルギー』ミオシン出版
 吉野敏行（1996）『資源循環型社会の経済理論』東海大学出版会
 ワイゼッカー、エルンスト・U・フォン、エイモリ・ロビンス、L・ハンター・ロビンス（1998）『ファクター4』財団法人／省エネルギーセンター

【統計、その他資料】

大蔵省印刷局（2001）『東京電力株式会社、有価証券報告書総覧』701001 各年版
 経済産業省資源エネルギー庁電力・ガス事業部編（2001）『平成12年度 電力需給の概要』中和印刷株式会社出版部
 経済産業省資源エネルギー庁電力・ガス事業部編（2001）『電源開発の概要』その計画と基礎資料 平成11・12年度 奥村印刷株式会社
 資源エネルギー庁長官官房企画調査課編『総合エネルギー統計』各年版 通産産業研究社
 電気事業連合会統計委員会編『電気事業便覧』各年版 社団法人 日本電気協会
 電気事業連合会ホームページ 統計欄
 電気事業講座編集委員会（1996）『電力系統』電気事業講座第7巻 電力新報社

東京電力（2001）『数表で見る東京電力』平成13年版
 東京電力（2000）『数表で見る東京電力』平成12年版
 その他、電気新聞、日本経済新聞、日経産業新聞、日経金融新聞ほか