

生産量比例による電力需給研究

A Study of Electric Power Supply and Demand in Proportion to Production

入江 安孝¹

Yasutaka Irie

Energy-conservation and energy-efficiency are the two types of energy-saving methods. The first acts to up “Mottainai” principle and responds well to energy-saving equipments. The second means how less energy effects productivity by. I dare to say that “energy-efficiency by proportion to production”. It is decreasing energy consumption and reducing fixed energy ratio. These matters are energy demand side. We must not neglect another side: energy supply side. In particular in Japan, there are many problems in her energy supply system. In this paper, I present a tentative solution of electric transmission system. There are two problems. The first, the each energy source receive subsidy. The second, a carbon tax dose not introduce on fossil fuels. Under these circumstances, our solution is to introduce the smart grid system. Finally, we review the electric power liberalization for economic development.

キーワード：省エネ、生産量比例、エネルギー原単位、電力需要インセンティブ、補助金、炭素税、電力自由化

Key Words : Energy-saving, Portion to Production, Specific Energy Consumption, Incentive for Energy Demand, Subsidy, Carbon tax, Electric Power Liberalization

1. はじめに

節電・省エネ問題が原子力発電の良否問題と共に最近クローズアップされてきた。省エネは、エネルギーの節約Conservationだけでなく、本来はエネルギーの効率化Efficiencyを求めている。

省エネは、Dr. Wongari Maathai が推奨したもったいない Mottainai 精神の実行・実践と、省エネルギー型の設備・機器への更新・変換が課題である。効率化は、如何に少ない電力で生産性・効率を上げるかであり、電力効率を上げるか、あるいは過負荷を予測し対策できるか等の課題がある。いずれも電力需要側の問題である。

逆に電力供給側にも多くの課題がある。特に日本の電力事情による課題が多い。制度として、発

電と送電が未分化であり、電力使用契約制度、同時同量制度など、電力の自由化を阻む制度が存在する。また、エネルギー源に関わる課題があり、地球温暖化課題を背負っている。最近のITの発展でスマートグリッドが実現可能となるが、それまでに解決すべき課題が多い。

「節電」とは、供給電力の消費量を節約することである。この夏は、東京電力・東北電力から電力供給を受ける大口需要家(契約電力500KW以上)が平日の9時から20時の間、1時間単位で15%の消費削減を要求され、違反者は100万円の罰金となった(電気事業法27条)。大口需要家でなくても、これに準ずる行動となった。対応として、休日変更や生産量削減、および自家発電などがあげられる。

「省エネ」は、エネルギー源として電力を含む

1 (株)アイリーシステム 代表取締役会長、関西学院大学商学部 非常勤講師、持続可能性研究会

が、これ以外の化石燃料(石油、石炭、ガス等)も対象となる。CO₂削減の目から見ると、同じ対象であるが、原子力発電を含まないことが異なる。省エネ法では年間1%の削減を中長期にわたって実施するように求めている。

日本の産業界にとっては、大変大きな命題であることには違いない。現在の生産を維持しながら、競争力の維持・向上を図るには、コストの1つであるエネルギー費を下げるコスト削減を実行せざるを得ない。すなわち、アウトプットを維持しながら、エネルギーのインプットを削減することによって、達成ができる。電気料金単価を下げるのではなく、電力使用量を下げる方法を実施するのが、「省エネ」と言えよう。

2. 省エネの具体化

省エネを実行するにはアイデアも必要だが、地道な方法で構築することが、いつも全体を見ながら目標設定をし、実行していくPDCAのサイクルを回すことになる。

1) エネルギーの「見える化」

省エネ対応には、現在の使用エネルギー量を把握することから始めなければならない。総量を把握するだけでは、何も見えてこない。もっと詳細化し、対策が打てる形にすることが、重要なポイントである。対策が浮かび上がるまで「見える化」を徹底することである。

2) エネルギーの「見せる化」

現状が分かれば、ムダ・ムリが見えてくる。特に、設備上の負荷バランスが適正かが、最初の問題である。動力の1次側(供給側)と2次側(需要側)のバランスが、大きく崩れていないか。設備の老朽化、過剰設備、過負荷設備などの結果、バランスが崩れていることを放置すると、適正なエネルギー消費になっていないので、省エネ対策の対象となる。いわゆる「設備改善」である。

設備改善による省エネ事例は、大変多いと思われる。需給・負荷バランスの改善から始まって、熱源の変更、器具の更新、設定温度変更など、企業や工場の中で取り組まれている事例は数多くある。効果がすぐにできるものから、投資回収に多少時間がかかるものまでである。

家計費に占めるガソリン代や電気代がいくらかは、誰でも知っている。工場の燃料費や電気代も工場全体としては、把握できている。しかし、製品1個にいくらかかっているかまでは、十分に把握できていない。どのラインにいくらエネルギー費がかかっているか、十分に把握できていない。すなわち、工場電力費を製品に振り掛けることはできても、エネルギー費を直接費として捉えることには、至っていない。

蛇足ではあるが、現状を把握し、目指すべき方向を、「エネルギー・レビュー」としてISO5001(2011年6月15日発行)で規定することになっている。ISOであるので、会社方針の設定から始めるが、「エネルギー・レビュー」が如何に上手くまとめられるかが、ISO審査上の大きなポイントである。これがまとまると、後は実行項目を設定し、PDCAの管理サイクルを回して、肅々と省エネを実現していくことになる。日本の「改正省エネ法」とも同じ領域もあれば、それぞれの独自領域もある。不思議に「エネルギー原単位」については、同じ考え方であり、改善の尺度となっている。

3) ものづくり現場での省エネ

現在省エネが求められていることは、周知のとおりだ。今年の夏場は、休日変更などで何とか乗り越えてきた。これは省エネではなく節電の範疇ではあるが、電力需要のピークカットが全産業の努力によって、成し遂げたと見るべきである。全産業が電力産業を支援したことに他ならない(遵法の意味も大きい)。

これから本当の省エネ対策が必要となる。電力供給量が減っても、電力代が上がっても、対応で

きるものづくりを目指さなければならない。そのためにここでは、

1. エネルギーの見える化
2. ロスを見つける
3. ロスを予知する
4. 力率を上げる
5. 作業基準を見直す
6. 省エネ維持するための基準を見直す
7. 省エネチェックポイントを整備する

などが挙げられる。

上記は普段工場改善・工程改善をトライしていることと、何も変らない。エネルギーという側面で捉え直したと言っても良い。

但し、エネルギーは無尽蔵にあるものではなく有限であり、出来るだけ少なくして行く必要がある。工場改善では「省人化」と「少人化」を区別してきたのと同様に、「省エネ」と「少エネ」を区分しながら推進する必要がある。本誌では、この考え方を解説し、事例の紹介を行う。

3. 生産量と比例させる

テレビでも、コンセントからプラグを抜いた状態、リモコンで消した状態(待機電力)、と稼働させた状態(定格電力)がある。工場でも、実際には同じことが起きている。

現在、工場操作のための電力および他のエネルギー量は把握できているが、生産量に応じて配賦されているだけで、直接費として見ている訳ではない。間接費としてのエネルギー費も一緒になって配賦されている。「少エネ化」は、先ずエネルギーの直接・間接を分けることから始め、生産量比例でエネルギーを把握し、改善を行うことである。

1) 全体把握からブレークダウン

先ず全体のエネルギー使用量を把握する。工場の場合、差はあれ大半が図1の使用割合となっている。

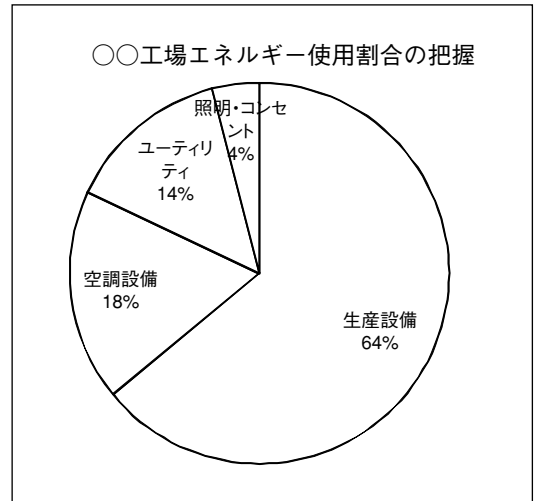


図1 工場でのエネルギー使用割合

また、電気エネルギーだけ取り出して1日の電力消費量をグラフ化すると、図2のようなになる。工場の特性や稼働状況によって異なる。

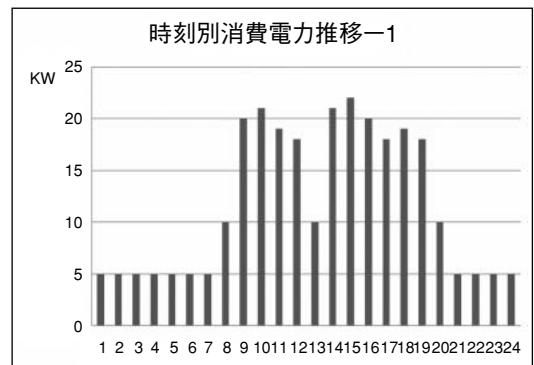


図2 時刻別消費電力推移

全体は把握できたが、製造ライン別に生産量と比較しながら、グラフ化すると図3になる。

図2および図3でも共通なのは、お昼休憩時でもかなりの電力消費が行われていることである。図3では消費電力量と生産量が正比例しているように見えるが、本当かということである。

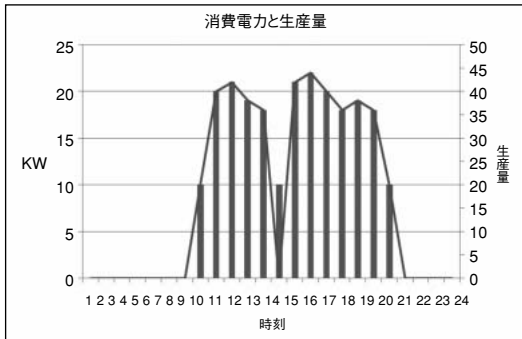


図3 消費電力と生産量

通常の省エネ診断であれば、図3まで行けば昼休みの消費電力を抑える対策で終わってしまう。

2) 軸を変えて見る

これまで、横軸を時間軸として見てきた。これを生産量に変えてみる。これまで使用したデータの生産量を昇順に並べ替え、累計を取ったものをグラフ化すると図4ようになる。

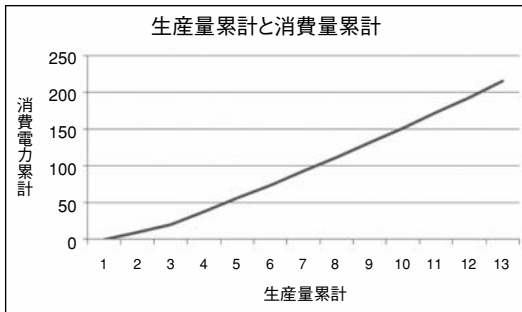


図4 生産累計と消費電力累計

このモデルのデータは、生産量と消費電力が正比例しているものを使用した。これはこれから求める理想形に近いパターンである。本来は

$$Y = ax + b$$

という単純な1次方程式に当てはまり、bは固定費であるので、これを削減する活動が必要となる。

軸を変えることで、生産量比例の電力量が見えてくる。係数aが限りなく0に近い場合は、比例費が僅少で固定費が大半を占めていることになる。装置産業やプラント産業は、この傾向が現れる。一般産業すなわち加工や組立産業の場合にこの傾

向が現れるなら、改善の余地が大きいと見て良い。

また、省エネ法というエネルギー原単位を

$$\text{エネルギー消費原単位} = \frac{\text{エネルギーの使用量 (kL)}}{\text{エネルギー使用量と密接な関係を持つ値}}$$

とした時、分母は生産量であるべきである。多分図3を眺めただけでは、エネルギー原単位の改善は難しく、生産量比例のエネルギー消費にはならないだろう。すなわち、省エネもコストダウンも手身近に引き寄せることが困難である。

3) 実際の少エネ化

次に実態のモデルを図5に示す。実態としては、生産量と消費エネルギー量は比例していない。ラインや設備の総量で把握した段階では、図5のようになるので、この電力構成を分析する必要がある。

そして、改善活動結果を図6に比較できる形で示す。固定費bが削減され、係数aが上昇しているのがよくわかる。

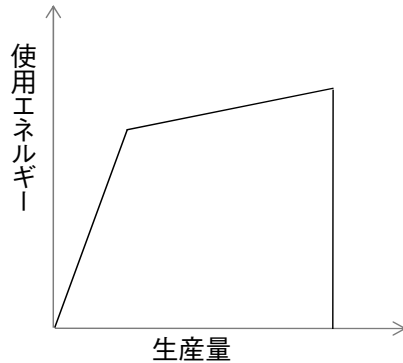


図5 生産量と使用エネルギー

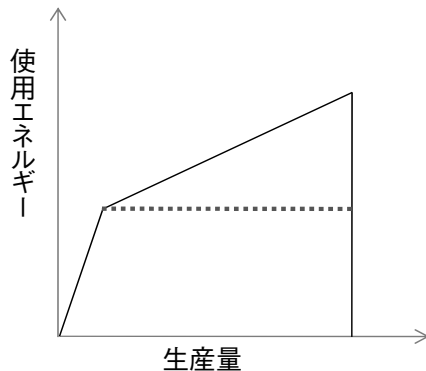


図6 少エネ活動結果

対象	<input type="checkbox"/> 省エネ	<input checked="" type="checkbox"/> 生産設備	<input type="checkbox"/> 稼動時	
	<input type="checkbox"/> 少エネ	<input type="checkbox"/> 非生産設備	<input checked="" type="checkbox"/> 非稼動時(昼休み、直間、休日)	
<input checked="" type="checkbox"/> 電力 <input type="checkbox"/> エア <input type="checkbox"/> 重油 <input type="checkbox"/> 蒸気 <input type="checkbox"/> LPG <input type="checkbox"/> LNG <input type="checkbox"/> その他()				
内容				
	効果	改善前エネルギー量	21,000kwh/年 ①	改善後エネルギー量
効果	低減エネルギー量 ①-②	4,400kwh/年	原油換算効果	1,14kL/年
今後の課題				

図7 少エネ結果事例

電力構成の明細は図7¹⁴⁾に実績を引用したので、機械加工ライン設備を推定して戴ければ、ほぼ理解ができると思う。

また図7はBA(Before/After)チャートと言っているが、改善前後が良く分かる表になっている。これによると、原単位および使用エネルギー量は約20%改善したことになる。

[注]これまでの章は拙著¹¹⁾²¹⁾³⁾をベースにした論述である。

4. 省エネのインセンティブ

工場における省エネ・節電については、改善の努力によってコストメリットを上げることができる。改正省エネ法やISO50001に準拠し、毎年エネルギー原単位を下げ続けることが必要である。前章で述べた様な省エネ対策を実施するのは、当然だということになるが、電気料金の値下げや

CO₂の排出量削減に寄与するという社会貢献的な効果だけでなく、もう少し経済的なインセンティブがないだろうか。

電力需要家(50KW以上)は、各電力会社(この場合は国内10電力会社をいう)と前年の1年間の最大使用量を契約電力として締結する。需要家はこの電力量以下なら電力消費する権利を有していることになっている。需要家が節電努力をして契約電力を下回る電力使用の場合、この節電をした差の電力量に見返りがあってもよい。そうすれば、需要側のインセンティブにより、更に省エネ・節電が推進されることになる。

需要側の節電は、供給側の供給量(発電量)の削減に繋がる。節電量が他の必要な需要家に回ることになるので発電したことと同じ効果をもたらすことになる。言い換えれば、節電=発電であり、電力の安定供給に繋がることになる。よって、発電コスト(この場合は追加発電の費用として見ると、

限界費用と言った方がよい)と同等の対価を以って、節電分の引き取りが行われることが望ましい。

完全な電力自由化を待たないと、現行制度の下では上記の取引は実現できない。筆者が主張する生産量比例の電力供給は、電力自由化までの道程の長さからみると、実現できないのだろうか。電力卸取引所の正常化(というより先ず復旧)のプロセスにおいて、何とか実現できないものかと考えている。

東日本大震災の後、電力卸取引所は閉鎖同然となった。これは東京電力が計画停電を行ったために、取引が成立しなくなったからである。実は計画停電の弊害はPPSに現れた。PPS(Power Products and Supplier:特定規模電気事業者)は、基本料金を一般電力会社より下げ、安価な電力料金で提供しており、現在全国に約50社ある。送電・配電網は電力会社のものを使用し、PPSは電力会社に託送料金を支払っている。計画停電のために、東京電力管内のPPS電力も配電できなくなってしまった。発送電分離制度が必要な大きなポイントである。

八田達夫は、最近の新聞紙上^[6]で限界費用による精算方式を提案している。これは発送電分離や電力自由化の大きな制度改革に行くまでに実現可能であると言っている。その限界費用は、

$$Cmi(t) = (Fi(t)*j/ ei) + Li$$

$Cmi(t)$: 時点tの電源iの限界発電費用(円/kwh)

j: 換算計数(MJ/kwh: =3.6(定数))

$Fi(t)$: 電源iの燃料費(円/MJ) (前提条件)

ei : 電源iの発電効率($0 < ei < 1$)

Li : 電源iの操業可変費(円/kwh)

(ei, Li は電源ごとに一定)

としている(導入式は省略)^[6]。

大きな規制改革ではないにしろ、前日需要計画や精算制度の導入をしなければならぬ課題がある。しかし、これらを早期に導入しなければ、需要側にも供給側にもインセンティブが働かないの

で、電力需給の逼迫時の対策が経済的に成立しないことになる。

現在、需要側で制御できるのは、力率である。電圧(V)と電流(A)の積が電力VAであるが、実際に負荷がかかって作動するのがワットWである。電圧100Vで電流10Aでは1000VAであるが、力率0.85をかけると850Wになる。契約電力はW(この場合はVA)で契約をするのだが、力率85%を基準にしている。85%を下回った場合は、電力料金が1%単位で加算され、85%を上回った場合は1%単位で減額される。これなら、力率改善へのインセンティブが起きる。生産管理で言う時間当たり生産性の課題と同じで、利益に結びつくからである。

また、本稿執筆時点では確定していないが、2011年から2012年の冬期において、関西電力管内では10%の節電をお願いしているが、契約電力より5%以上の節電した需要家に対して、電力料金の割引を検討している。もし、これが実現するのであれば、大きなインセンティブとなる。^[後注]

5. 自由競争のための炭素税

電力自由化に至る改革は時間がかかる。英国サッチャー首相が行ったビッグバーンは金融だけではなくなかった。1990年英国国営の中央電力公社が発電3社と送電1社に分割され民営化された。これに引き続いてアメリカやノルウェイなどが自由化して行った^[7]。しかし電力問題においては、送電・配電は自由化の対象とはならない。電話網も同様であった。米国AT&Tや日本のNTTなども時間がかかったが、キャリアと電話・通信のソフトとは分離できた。発送電分離は国内でも業種が違うが前例があるということだ。

電力も1つの商品だとすると(実際にもスポット市場では1日を30分ごとに区切り48商品化)、当然供給曲線と需要曲線が交わるところで、価格が決定する。自由経済の原則である。日本の電力が自

由競争になるのは、先ず政府補助金を廃止すべきである。補助金付きの商品と補助金なしの商品が互角に戦うことは、市場が成立しない。

補助金が膨大なのは、原子力発電であり、リスク対策費を含める民営で行うべきではない。今回の東日本大震災の結果を見ても明らかである。この意味で原子力発電所は、国有化を提案する。火力(石炭、石油、ガス等)および水力発電が市場を形成することになるが、これからは再生可能エネルギー(再エネ)が参入することになる。EU特にドイツ連邦では、再エネの買取価格が本年になって下げられた。EU金融危機の関連は多少あるにしても、永遠に固定ではなく、変動して行くものと考えられる。これは再エネ発電技術や製造技術が発展し、価格が下がって行くことを示唆している。尤もスマート・グリッドが実現できる頃には、補助金なしの設備で充分価格競争力ができると期待している。

という前提で推論すると、地球温暖化問題を解決し、クリーン・エネルギーを確保して行くには、炭素税が必要である。主として火力発電に課税される訳であるが、目的税であるので、再エネの発展のために利用されるべきである。国家政策として環境技術開発に投資し、再エネ発電価格を押し下げることが目的である。これによって、自由で公平な電力市場が構成されることになる。市場への参入者が多くなればなるほど、均衡価格は下落する。この道筋が明確になれば、以前の「市場の失敗」論はなくなるだろう。

また、電力取引とCO₂排出権取引を同じテーブルで考えるのを止めたい。市場価格が公平に構成される市場にあって、CO₂排出権も電力取引を連動させても、何の意味も生じない。日本の石油使用量の内、電力に使用しているのは、10%に満たない。石油に炭素税をかけ、京都議定書の約束のために使用する方が、よほど経済効果が大きい。あるいは、高効率の発電所を発展途上国に建設

し、これによる排出権を得た方が、世界に貢献でき、持続的発展を目指した京都議定書の本来の目標にも合致する。

筆者は、「環境と経済は車の両輪」と言い続けてきた。将来に向けてFairであることが、経済活動を豊かにし、持続的発展につながるものである。そのためにも、公平で自由な市場を創成し、維持し続けることである。

最後になりましたが、経済学と環境問題の近づきを、持続性研究会で天野先生にお教え戴きました。時間が経って、やっと解りかけてきた次第です。また、天野先生は炭素税導入でも、大変ご尽力なさいました。本稿でやっと、炭素税までたどり着きました。ありがとうございました。

心より哀悼の意をささげます。

【後注】

本稿作成後に、日本経済新聞社の報道では

1) 節電企業に冬期割引(2011.11.16)

2) 自家発電を節電扱い(2011.11.17)

が見受けられた。これらは、現行法制下でインセンティブを鼓舞することになる。大きな構造改革を待たないでも、柔軟な運用で推進して欲しいと願っている。

参考文献

- [1] 入江安孝著「生産連動の省エネ改善を」工場管理2011年11月号日刊工業新聞社
- [2] 入江安孝著「工場での省エネ活動の基本を見直そう」工場管理2011年11月号日刊工業新聞社
- [3] 入江安孝著「少エネにチャレンジ」工場管理2011年11月号日刊工業新聞社
- [4] 全豊田エネルギー部会編「オールドヨタの「少エネ」マニュアル」省エネルギーセンター、1997
- [5] 八田達夫「やさしい経済学—電力自由化を考える」日本経済新聞2011年10月17日から31日までの連載
- [6] 八田達夫、田中誠編著「規制改革の経済分析—電力自由化のケース・スタディ」日本経済新聞出版社、2007、pp214
- [7] 高橋洋著「電力自由化—発送電分離から始まる日本の再生」日本経済新聞出版社、2011、pp69

[筆者略歴]

1945年兵庫県生まれ。関西学院大学経済学部卒業。

ダイハツディーゼル株式会社入社。1993年より株式会社アイリー代表取締役(現職)、株式会社アイリーシステム代表取締役会長(現職)。NPO生産システム実践モデル研究機構代表理事(現職)。関西学院大学商学部非常勤講師(環境情報システム論、現職)。アーティクルマネジメント推進協議会情報流通基盤企画実行委員会委員および管理ガイド技術委員会委員(現職)。

所属学会：日本生産管理学会(常任理事、関西支部長)、日本情報処理学会、経営情報学会、日本ナレッジマネジメント学会