

■ 論 説 ■

# エネルギーの質とは何か

## Quality of Energy



齋藤雄志\*  
Takeshi Saito

### 1. まえがき

本報告ではエネルギーの質や価値に関する問題を考えてみたい。よく電力は石油や石炭より質の高いエネルギーであるといわれる。エネルギー需要の長期的推移を考えれば薪、石炭、石油、ガス、電力とより質の高いエネルギーに移ってきている。特にここ数十年來、電力化率の直線的上昇傾向が顕著である<sup>1)</sup>。

電力という1つのエネルギーをとっても停電率、電圧・周波数の変動の割合などによって質の問題を考えることができる。最近では従来、単一の商品として考えられていた電力をその質によって別の商品として差別化し、異なる料金のもとで供給することにより、電力需給の効率を高めようという考えもある。

また、熱需要でも温度を質と考えれば質の問題が生ずる。需要部門によって利用する温度の分布も異なる<sup>2)</sup>。暖房用に使用する熱は低質の熱であり、より高温の熱源として利用可能な石油や電力、ガスでそれを供給するのは、質の面からはミスマッチであると言われることがある。

このようにエネルギーの質をめぐる問題にはさまざまな側面があるが、本稿ではエネルギーの質の概念を中心にこれらの問題を多少整理してみたい。

### 2. エネルギーの質の概念

まず、ここでは、「エネルギーの質」とはなにかという基本的問題を論じてみたい。質とはものを持つ特性のそのものといってもよいが、その特性がなんらかの基準により順序づけられているとき、より望ましい方を「より質が高い」といってよいであろう。

またその特性は主として固有の物理的特性を指すことが多いが、どのような用途に使用できるかという「機能」もその一つである。エネルギーの特性として

よくあげられるものは、安全性、クリーン性/環境保全性、利用効率、用途、利便性、可搬性、操作性/制御性、輸送効率、貯蔵効率などである。

このようなエネルギーの質は、品質管理の分野で利用されている考え方<sup>3)</sup>をエネルギー分野に修正して適用すればつぎの3つに整理することができる。

- (1) 働き
- (2) 正確さ
- (3) 利用条件

この3つの項目の内容をブレイクダウンすると表1のようになる。

ところで「質」の意味はやや限定されて使用されることもある。たとえば、電力という1つのエネルギーにおいては、「電圧変動」、「周波数変動」、「停電」に関する質の問題のように、他のエネルギーとの比較でなく、同じエネルギー間において与えられた規格をどれだけ正確に満たすかという意味で、上記の(2)正確さに対応する「基準に対する商品の相対的精度」を

表1 エネルギーの質の構成する要素

分類	特 性	概 要
働 き	機能=用途	加熱、照明、動力、電磁力、原料、その他
	出力密度	単位体積・時間における出力、到達温度
	エネルギー密度	単位体積(重量)当りのエネルギー量
	操作性	使いやすさ、制御のすやすさ
	変換効率	生産/輸送/貯蔵/利用の効率
正 確 さ	規格信頼性	規格からのずれ、製品の品質
	事故率	事故の発生率
利 用 条 件	環境保全性	環境に対する被害、影響
	安全性	職業人、公衆に対する被害、影響
	可搬性	移動の容易性
	利用条件	利用するための環境条件
	利用機器	どのような機器で利用するか
	利便性	使いやすいか
	コスト/価格	生産コストあるいは市場価格
	供給安定性	資源の供給の経済的、政治的、資源の安定性
	利用規模	どのような規模で生産、輸送、利用するか
	利用技術の成熟度	利用技術はどこまで完成しているか
貯 蔵 性 能	貯蔵性能	貯蔵することが容易か
	輸送の迅速性	輸送する速度

\* 専修大学経営学部教授

〒214 川崎市多摩区東三田2-1-1

表わす「规格的品質」というべきものが着目される。これをここでは「狭義の質」あるいは「品質」と呼ぶことにする。それに対して(1)働き、(2)正確さ、(3)適用範囲の3つ総合的にを指すとき「広義の質」と呼ぶことにしよう。

それ故、エネルギーの質に関しては、異なるエネルギー間の質の問題と同種のエネルギー間の質の問題がある。前者は、石油、電力、石炭などのエネルギー間の特性の差の問題である。たとえば、そのひとつである電力に着目したとき、他のエネルギーと比べて電力にはどのような特質があるのか、電力の他のエネルギーに対する価値はどのように評価されるべきなのかということである。これはいわば電力の価値と言えようが、それを決めているのは電力の質である。

2つのエネルギーの質の差をここでは価値というのが妥当であろう。エネルギー1の質がエネルギー2の質よりも高いとき、エネルギー1はエネルギー2よりも高い価値があるということになる。

後者に関しては、従来、電力はひとつの商品として一般には理解されていたが、電圧変動の大きい低品質の電力や停電の頻度の高い電力を安い料金で供給したり、あるいは複数の配電線や集中的なCVCF設備を利用して瞬時電圧降下の少ない品質の高い電力として通常の電力より高い価格の別の商品として販売することも考えられる。

### 3. エネルギー間の相対的な価値の評価と質

エネルギーの質を考えエネルギー間の価値の違いを評価するとき、考慮しなければならないことの1つはエネルギーとエネルギー利用機器との関係である。エネルギーはそれ自体単独に使用されるのではなくエネルギー利用機器を通して利用される。ものの生産過程を単純化すれば図-1のようになる。エネルギーは設備と協働して原材料を加工する立場にある。原材料はエネルギーによって加工される立場にあり、同じ生産要素でもエネルギーと一般の原材料はその利用形態が異なる。設備はエネルギーを適切な形で出力するための

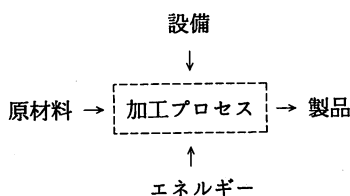


図-1 生産過程におけるエネルギーの位置づけ

メカニズムといってもよい。エネルギーと設備は一体化して同一行動をするという意味においてエネルギーと設備は密接に関わっており、エネルギーの質の評価においても設備=エネルギー利用機器の存在を無視できない。(暖房など生産プロセス以外でも同じ考えで理解することができる。暖房プロセスの場合は原材料は冷えた空気であり、製品は温まった空気となる。もちろん、別の見方も可能である。この場合のエネルギーは原材料の性格もある。)

エネルギーの持つ機能、性能あるいは質は、エネルギー単独のものであると言うよりはエネルギーと設備という組合せに対応しているものである。より正確に言えばそれらを使用する利用目的(用途)を考慮した、(利用目的) - (エネルギー) - (設備)

という組合せに対応している。またここでいう組合せでは、与えられた利用目的ならびにエネルギーに最も適した(最も経済的な)設備が選択される。その結果として、たとえば、照明-電力-電灯、冷房-電気-エアコン、安価な暖房-石油-石油ストーブ、蒸気発生-石炭-ボイラーなどの組合せができる。

エネルギーの価値を評価するのに同一の利用目的=機能Aを達成するために2種類のエネルギー1、2に対してそれぞれ最適な利用機器を選択しその費用などを比較すればエネルギーの価値の一つの評価方法になる。(図-2) たとえば、機能Aを照明とし、エネルギー1を電力、エネルギー2を石油などと考えればよい。この場合は明らかに電灯を利用した照明の方が効率が良い。その効率のよさを電力による照明の価値と考えてもよい。

このような意味では、エネルギーの価値は与えられた1つの機能(用途)毎に比較されるべきものであり、全ての利用目的共通のエネルギーの価値の評価はすこし難しいかもしれない。ただ、表2のように各用途をそれぞれのエネルギーで実現する最も望ましいシステムのコストが計算されれば、この表自体がエネルギーの価値の1つの表現になっている。表3は、以上の考

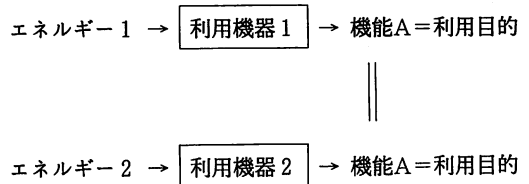


図-2 エネルギーの価値の評価の1方法(森<sup>1),2)</sup>

表2 エネルギーの価値の数量化の一方法

部門	機能	電力	ガス	石油	石炭	薪
家庭	照明	C <sub>11</sub>	C <sub>12</sub>	•••	•••	C <sub>15</sub>
	冷房	C <sub>21</sub>				•
	暖房					•
業務	調理					•
	動力					•
輸送	照明					•
	•					•
	•					•
産業	加熱					•
	動力					•
	照明	C <sub>n1</sub>	•••	•••	•••	C <sub>n5</sub>

注 Cijはj機能をiエネルギーで実現するための望ましいシステムのコスト

表3 5つのエネルギーの定性的評価

	電力	ガス	石油	石炭	薪
加熱機能	C	A	A	B	C
照明機能	A	C	C	E	E
動力機能	A	C	C	C	E
電磁機能	A	D	D	D	E
原料機能	E	A	A	B	D

- A: 最も適している (実用的)
- B: 一般的競合では不利
- C: 特殊分野では利用されることもある
- D: 原理的には可能だが経済的には不可能
- E: はほとんど不可能

えをさらに定性的に単純化して一つの表にしたものである。

もちろん、このような試みはかなり単純化した評価方法であり、「エネルギーの価値らしきもの」の1つの表現にすぎない。エネルギーの選択は、各利用部門の目的に沿って選択されるものであり、エネルギーシステム全体の需給バランスとエネルギー選択メカニズムを組み込んだ総合モデルによる評価の方がより適切であろう。

エネルギーの価値あるいは質に関する1つの重要なテーマは長期的なエネルギーの選択とそれらがどのように関係するかであるが、現在のところこのような目的に沿った分析はほとんどいられていない。

#### 4. 個別エネルギーにおける品質の問題 電力の場合

以下では単一のエネルギーにおける質の問題について

考えよう。この場合は、主に狭義のエネルギーの質、つまりエネルギーの品質が問題になる。さらにここでは1つの例として電力の場合を考えよう。

従来、電力の品質に関連する問題と言えば、図-3に示すような主に技術的問題が中心であった。近年はコンピュータ利用の拡大にともなって、1需要家当り年1-10回程度あるといわれる瞬時電圧低下が大きな問題となっている。銀行、コンピュータセンターなどではCVCFや自家発などを中心にしてすでにかなり対策が成されている。昔からの問題である停電は昭和45

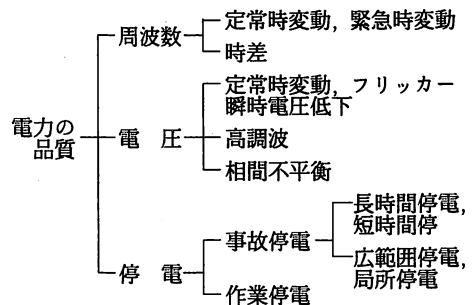


図-3 電力品質に関わる要素

年頃よりほぼ一定の割合に落ち着いており1需要当りの平均停電回数は年0.4回程度、延べ停電時間は30分程度になっている。現在では事故停電に関わるサービスレベルは昭和40年頃と比べると数倍信頼性が向上しているといわれている<sup>6)</sup>。現在ではわが国の電力の供給信頼度は、諸外国にくらべても相当高い水準にあり、全体的にみれば品質の目標は達成されているといっ

てよい。しかし、最近、電力の品質をめぐる問題は技術的枠組みを越えて料金体系に関わる経済的問題として浮上してきた。

電力中研の藤井氏<sup>9)</sup>によれば次のような点が指摘されている。第1に、一律な電力品質の品質向上はコスト・ベネフィットの観点から必ずしも望ましいとは限らないばかりでなく、エネルギー産業間の競合などを考慮すれば問題が多い。一律な品質向上は電力価格を押し上げ他のエネルギーとの競争条件を悪化させる。

第2には需要側の電気利用形態が、コンピュータの普及等により高度化しつつあるばかりでなく、一方で低品質-低価格な電力に対する需要が高まるなど需要の構造が多様化しつつある。コンピュータや制御機器は100分の1秒以下の瞬時電圧低下でもシステムの機能が停止する。しかも最近ネットワーク化が進んで

おり、その影響が大きくなりつつある。現在、需要家はCVCFその他による電力品質確保の対策のために20円/kWh程度のコストを支払っているといわれる<sup>3)</sup>。

第3には季時別料金制などの導入などをきっかけに電力供給不足からくる停電＝低品質電力を新しい電気料金体系のなかに合理的に組み込もうとする動きがある。今年の夏にみられたように電力需給が厳しくなりピーク時にすべての需要家に電力を供給できなくなることが多くなれば、従来の電気料金枠組みによる個別的な供給カットを越えたより包括的な仕組みが必要になる。

原子力立地難による将来の電力供給不足の可能性の他に、燃料電池など分散型電源にエネルギー間の競合の激化なども、従来、単一の商品としてとらえられていた電力に質の問題の重要性を投げかけている。質の問題は市場が非独占的傾向を高めるにつれエネルギー選択の重要な要素として機能するようになっていくであろう。

このための新しい手段としての、プライオリティサービスあるいはマルチメニューサービスと呼ばれる新しい電力供給サービスは、まだわが国では十分に検討されていないが、将来的には重要な仕組みとなっていくであろう<sup>4)</sup>。

### 5. あとがき

本稿は、昭和63年度より(財)政策科学研究所で行な

われている「電力の質」に関する研究<sup>1),2)</sup>を基礎に、筆者の考えをつけ加えることによってまとめたものである。同研究においては、エネルギーの質に関するより理論的、体系的な研究が東京理科大の森俊介氏によってなされている。将来、機会があれば、エネルギーの価値の評価に関する計量的分析、電力の品質別サービスなどとあわせてより詳しく紹介したい。

### 参考文献

- 1) エネルギーとしての電力の質の評価に関する研究 (平成1年度報告書), 政策科学研究所, 平成2年3月.
- 2) エネルギーとしての電力の質の評価に関する研究 (昭和63年度報告書), 政策科学研究所, 平成1年3月.
- 3) 藤井美文, 松川勇: 電力品質と価格に対する需要家の選択, 電力中央研究所報告 (研究報告Y890005), 平成2年3月.
- 4) 松川勇: プライオリティサービス電力における品質差別化の料金理論の概要, 電力中央研究所報告 (研究報告Y900004), 平成2年6月.
- 5) 菅野文友他: ソフトウェアの品質管理, 日科技連.
- 6) 新時代に即応した電力流通技術問題研究委員会報告書, 新時代に即応した電力流通技術問題研究委員会, 昭和59年6月.
- 7) 産業部門におけるエネルギー消費形態の動向調査, 三菱総合研究所 (日本原子力研究所委託調査), 1983年度.

