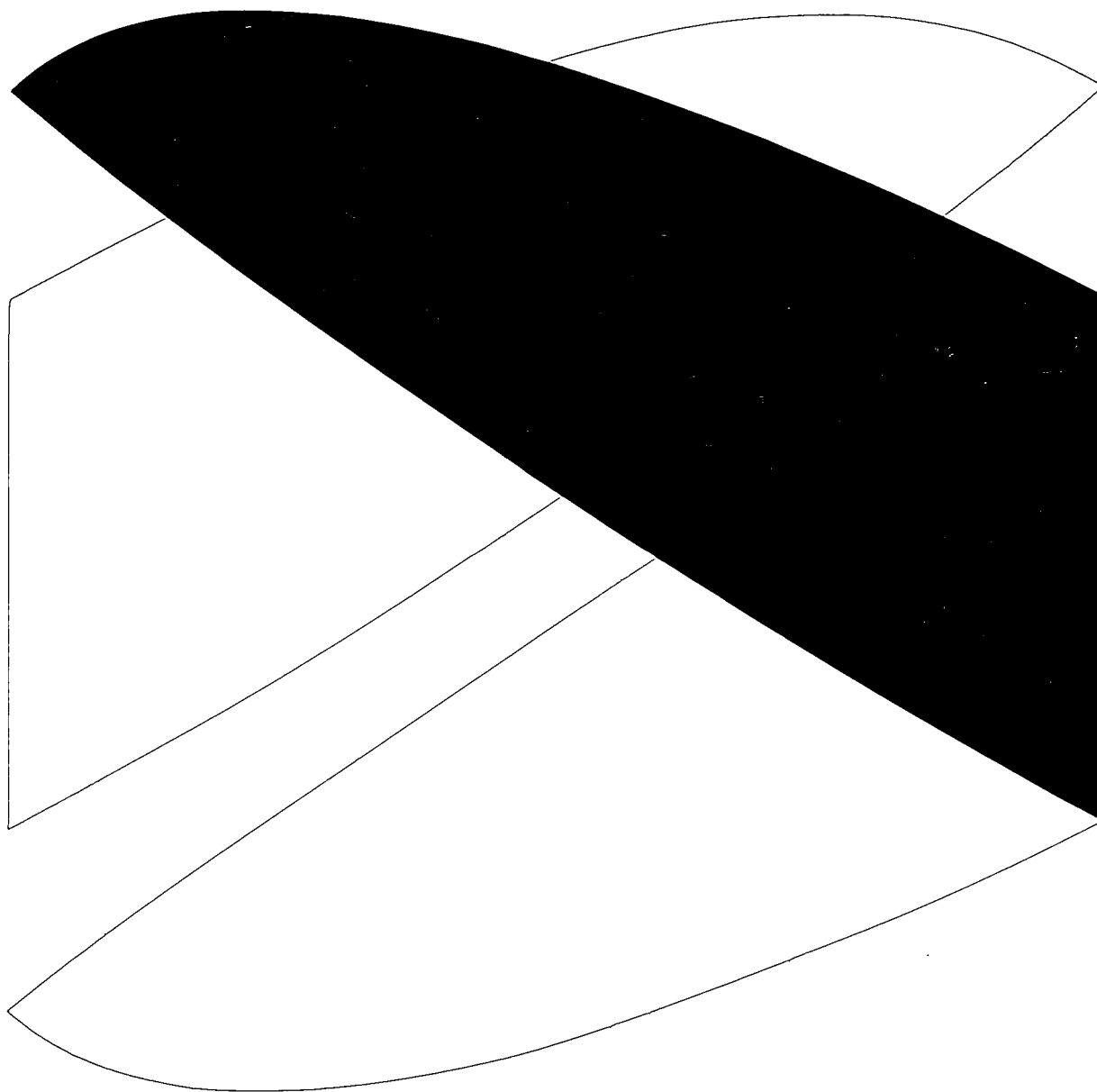


ISSN 0387-0782

電力經濟研究



No.41

1999.2

財団法人 電力中央研究所 経済社会研究所

「電力経済研究」

「電力経済研究」は、経済、経営、エネルギー・電力、環境等に関連した研究成果等を掲載し、学術の振興に寄与することを目的とした雑誌です。年2回の刊行を原則とし、広く一般からの投稿を受け入れております。

1. 原稿の種類と内容

電力経済研究の原稿には次のようなカテゴリーがあります。

(1) 論文

主題、内容、手法等に新規性を有し、当該分野の発展に貢献すると思われる研究成果を報告したもの。また、特定の主題に関する一連の事象を実態調査を通して、あるいは特定の主題に関する一連の研究及びその周辺領域の発展を著者の見解にしたがって総括的かつ系統的に報告したもの。

(2) 研究ノート

総合的な報告までには至らないが、その研究途上で得られた有用な分析手法に関して記録にとどめておく価値があると認められたもの。特に、テクニカルな分析手法を特徴とするもの。

(3) 研究紹介

既発表の論文または著作について著者自身がその概要を紹介するもの。

(4) 解説

内容等が時宜にかなっている、あるいは研究分野の新たな潮流を扱うなどによって、広く読者の理解を助けることを目的として書かれたもの。

(5) 内外動向

経済、経営、エネルギー・電力、環境等に関連する国内外の新たな動向を紹介するもの。

(6) 文献紹介

経済、経営、エネルギー・電力、環境等に関連する推奨文献を紹介するもの。

2. 著作権等について

原稿の採用、雑誌の編集等については、「電力経済研究」編集委員会がその責任を負います。しかしながら、各論文等の内容については、筆者にその責があります。

また、本誌に掲載されたすべての原稿の著作権は(財)電力中央研究所に帰属します。他の出版物等に転載を希望する場合には、「電力経済研究」編集委員会の承諾を得てください。

編集委員

内田 光穂	内山 洋司
大河原 透	蟻生 俊夫
加藤 久和	馬場 健司
岡田 健司	西村 一彦

目 次

〈論 文〉

ハイブリット LCA 手法による洗濯機の環境負荷	内山 洋司… 1
	西村 一彦
	本藤 祐樹
Priority Service の最適メニューに関する条件	伊藤 穰…15
電気事業におけるパブリックコミュニケーション	土屋 智子…21
—価値観、情報の信頼性、住民参加の影響について—	
太陽光発電普及下におけるピークカット効果分析	今村 栄一…35
	内山 洋司

[解 説]

原子力政策の諸課題：規制緩和と社会の変化に応じて	鈴木達治郎…43
電力使用量情報の省エネルギー効果	浅野 浩志…45

[内外動向]

第 17 回世界エネルギー会議（WEC）ヒューストン大会に参加して	三巻 利夫…49
欧米・電力小売自由化後の DSM ビジネス動向	高橋 雅仁…51
—1998 ACEEE Summer Study on Energy Efficiency in Buildings に参加して—	

[文献紹介]

『ベッカー教授の経済学ではこう考える』	加藤 久和…53
---------------------------	----------

ハイブリット LCA 手法による洗濯機の環境負荷

Environmental life cycle analysis of washing machine with the hybrid LCA method

キーワード: ライフサイクル評価、製品、産業連関表、インベントリー分析、環境負荷

内山 洋司、西村 一彦、本藤 祐樹

本研究は、統合的かつ総合的なインベントリー分析が可能になる産業連関表の利点を生かし、調べようとする製品について構成素材を入力さえすれば、加工・組立といった製造時の複雑なプロセスのエネルギー消費や環境負荷が分析できるインベントリー手法を開発し、その手法を利用して耐久消費財である洗濯機の環境負荷を分析したものである。

開発した LCA 手法は、産業連関表を利用して複雑な製造工程のエネルギー消費や環境負荷を明らかにするものであるが、これまでのような製品の金額入力でなく、構成素材の入力により分析できるようにした点に特徴がある。

産業連関表の利用で複雑な製造段階の環境負荷の分析が容易になっただけでなく、これまでの積み上げ法を利用と廃棄の段階に適用していることから、ライフサイクルの各段階についてエネルギー消費や環境負荷の分析が可能である。利用時と廃棄時については、寿命期間、修理回数、エネルギー源などが自由に設定でき、その違いによる分析も可能である。また製品のリユース、素材のリサイクル（マテリアル、サーマル）による環境負荷の改善効果を明らかにすることもできる。

開発した手法を用いて、洗濯機のライフサイクルにわたるエネルギー消費、環境負荷（SO_x、NO_x、CO₂）、労働投入量を明らかにした。結果は、耐用期間中の利用頻度に大きく影響を受けるが、標準的な利用時間（電力消費量：30 kWh/年）で計算した場合、エネルギー消費と環境負荷は製造段階が最も大きくなることが分かった。

1. はじめに
2. ハイブリット LCA 手法
 2. 1 ハイブリット LCA 手法の概要
 2. 2 産業連関分析法による LCA
 2. 3 リサイクル計算
3. 洗濯機のライフサイクル分析
 3. 1 ソフトウエア「Quick-LCA」
 3. 2 洗濯機の環境負荷
4. おわりに

1. はじめに

資源とエネルギーを消費して成り立つ現在の産業社会は、その消費量が膨大であるため、環境の浄化機能を自然作用だけに頼れなくなっており、自分自身で浄化システムを構築しなければならない。21 世紀も社会が持続可能な発展を遂げていくには、大量消費と大量廃棄を改めたスリムな社会を構築し、環境負荷をできるだけ許容範囲に抑える努力が望まれている。

地球が抱える問題群は、複雑にからまっており、あちらを立てれば、こちらが立たずといったジレンマ状態にある。ライフサイクルアセスメント（LCA：Life Cycle Assessment）とは、現代の複雑な技術社会が生みだした諸問題を取り扱うシステム分析法の一つである。それは、製品や技術について“ゆりかごから墓場まで”のライフサイクルにおける諸問題、特に環境問題を中心に社会に与えている影響を総合的に分析し、環境負荷を低減する方策を検討していくものである。す

なわち、製品およびサービスについて資源採掘、製造、流通、使用、廃棄のライフサイクルにわたる資源消費と環境負荷を定量的に分析し、それらの環境影響を推定し評価するものである。

LCA は、国際標準規格（ISO）の定義によると目的と範囲、インベントリー分析、影響評価の3つの主要プロセスから成っており、その中でインベントリー分析は、製品（財、サービス）や技術の製造、利用、廃棄の段階において、投入されている資源の種類と量、および発生する環境負荷のインベントリーを明らかにするもので、LCA の最も基本となるものである。そのことから LCA 研究においてこれまでに最も多く研究が行われてきている。

インベントリーの分析には2つの方法が基本的に考えられる。1つは製品がどのように作られ廃棄されるかを製品毎に具体的に調べていく方法である。もう1つは産業間の産出投入（金額ベース）が詳細に調べられた産業連関表を利用する方法である。前者は積み上げ法（Process Analysis）と呼ばれ、製品のライフサイクルにわたるインベントリーをボトムアップで調査していく方法で、製品に関する研究のほとんどはこの方法による^[1-4]。後者は産業連関分析法（Input-output Analysis）と呼ばれており、産業連関表と産業の生産に係わる統計資料、さらに環境負荷データを利用して、財の直接間接の投入エネルギーや環境負荷をトップダウンで求めていくものである（例えば文献5）。

産業連関分析法は、積み上げ法では追いつけない間接影響を統合的に分析する方法として有効であるが、現在の産業連関表では部門の数が400程度と少なく、具体的な製品のエネルギー消費や環境負荷を分析するには不十分である。産業連関分析法によって求まるあ

る部門の直接、間接のエネルギー消費や環境負荷は、具体的な製品の値でなくその部門で生産されたすべての製品の平均値になる。例えば産業連関表の「乗用車部門」から得られる乗用車のエネルギー消費や環境負荷は、トヨタや日産といった会社で造られたある特定の車種を対象にしたものではなく、ある年に日本全体で造られたすべての乗用車の平均値である。

具体的な製品のライフサイクル分析を産業連関表を用いてできるようにするには、産業連関表の部門を個々の製品レベルにまで詳細にしていかなければならない。それも企業毎に製造されているすべての製品にまで細分化することが理想で、しかも加工・組立て部門だけでなく、採掘、素材製造、輸送などすべての産業プロセスに対して詳細に分解していく必要がある。それは、詳細かつ膨大な積み上げ作業を行うことと同じで、実際に実行することは不可能である。

本研究では、産業連関表のもつ利点を生かし、かつその欠点を補う新しい手法を考案し、そのソフトウェア（Quick LCA）を開発した。新手法の特徴は、積み上げ法と産業連関分析法をハイブリットにしたことにあり、調べようとする製品の構成素材とその物理量をインプットすれば、加工・組立てなど製造段階の複雑な産業プロセスを容易にかつ整合的に分析できる点にある。また構成素材の変更や素材のリサイクルによる改善効果の分析も可能である。本研究では、新手法を使った分析として、洗濯機を対象にライフサイクル分析を行い、そのエネルギー消費と環境負荷（CO₂, SO_x, NO_x）を明らかにした。

2. ハイブリット LCA 手法

2.1 ハイブリット LCA 手法の概要

開発したハイブリット LCA 手法は、製品のエネルギー消費や環境負荷をライフサイクルにわたるプロセスである製造、利用、廃棄、リサイクルについて分析するものである。4つのプロセスのうち製造プロセスは産業連関分析法によって、そして他の3つのプロセスは積み上げ法による分析である。

4つのプロセスの中で分析が最も複雑なのは製造プロセスである。製品は、一般に多くの部品から構成されており、それぞれの部品は様々な素材によって造られている。また製品は、出来上がるまでに複雑な加工・組立工程や輸送工程を経ている。

本研究は、この最も複雑な製造プロセスを産業連関分析法によって製品の直接間接のエネルギー消費や環境負荷を分析している。しかし、その分析法は、従来のような製品の金額に比例して求めるものではなく、製品の構成素材から求めている。製品の構成素材によるエネルギー消費や環境負荷の算定は、積み上げ法の基本であって、本手法の開発によって産業連関分析法が積み上げ法の基本データにより分析可能となった。手法の詳細は次節で述べる。

利用時と廃棄・リサイクル時のエネルギー消費や環境負荷は、製品毎に異なるため積み上げ法によって分析することが望ましい。本研究では、製品の利用時は運転保守と部品のリユースから成っている。運転には、製品の寿命と利用時のエネルギー消費のデータが、保守にはユーティリティとして潤滑油、水などのデータが必要になる。リユースは、部品交換で表わしており、その分析には年間の交換回数と交換品を構成する素材量が必要になる。廃棄時のプロセスは、輸送、分別、解体、処理、処分に分かれており、それぞれの工程でエネルギー、環境負荷、労働量をデータとして収集しなければならない。

ハイブリット LCA 手法は、リサイクルによるエネルギー消費や環境負荷の改善効果も分析できる特徴をもっている。リサイクルは、マテリアルとサーマルに分けて分析することができる。マテリアルリサイクルは、寿命後に廃棄された製品から素材としてリサイクルできるものを選び、そのリサイクル率による影響を分析するものである。それに対してサーマルリサイクルは、廃棄素材から可燃性廃棄物を選び出し、それをエネルギー（電気あるいは熱）として利用した時の影響を分析するものである。

2. 2 産業連関分析法による LCA

産業連関表を利用する LCA 分析は、ある財の生産過程における直接間接のインベントリーを理論的に算出できる利点がある。各産業部門では生産に伴いエネルギーが消費され、また環境影響物質が排出される。産業連関分析法で得られるインベントリーは、任意の財の生産において直接に消費あるいは排出されるものだけでなく、他の部門で間接的に発生する誘発分も含まれる。各財・サービスについて、直接間接のインベントリーの大きさは、次式によって求めることができる。

$$E=e(I-A)^{-1}F \quad \dots (1)$$

E：最終財の直接間接のインベントリー

e：各部門での単位生産額当たりのエネルギー消費あるいは環境負荷

I：単位行列

A：産業連関表の投入係数行列

F：最終需要

(1) 式で $e(I-A)^{-1}$ は、最終需要 1 単位当たりのインベントリーの大きさを表わし、対象がエネルギー消費量であれば、その値はエネルギー濃度になり、環境負荷であれば環境負荷濃度になる。最終財の生産に伴い直接間接に消費するエネルギー量は、最終財のエネ

ルギー濃度にその金額を掛けて求めることができる。また環境負荷の大きさも最終財の環境負荷濃度にその金額を掛けて求まる^[6]。

この分析から求まるインベントリーは、ある部門における平均財の金額当たりの値である。産業連関表で分類されている部門数は400程度であることから、それぞれの部門の平均財としての LCA 分析はできても、同一部門で製造されている異なる種類の製品のインベントリーは金額に比例した値になる。そのため値引きされた製品や同一部門で製造される安価な製品は、金額に比例してエネルギー消費や環境負荷が小さくなるといった問題が生じる。

それに対して、製品のインベントリー分析として一般に使われている積み上げ法は、製品の構成部品についてエネルギー消費と環境負荷を素材と製造の原単位から積み上げで算出する方法である。この方法は、分析が構成素材を基本にしているため、製品の金額の違いによりインベントリーの結果が変わるといったことはない。しかし積み上げ法の欠点は、検討プロセスを詳細に分析しなければならず、分析作業に時間がかかることである。実際には、製品の製造に関係するプロセスをすべて網羅することは不可能であり、ある範囲で打ち切らざるを得ない。

積み上げ法で調べた製品の構成素材を基に複雑な生産プロセスを産業連関分析法を用いて分析できれば、整合ある分析が短時間に行えることになる。すなわち産業連関表の最終財について直接に投入された素材が算出できれば、それが財の構成素材とみなすことができる。そして、その直接分の素材が産業連関分析法から求まる直接間接の素材と整合できれば、製品製造時の直接間接のエネルギー消費や環境負荷が製品の構成素材から推計できることになる。

各財に投入される素材量は、産業連関分析によりエネルギー濃度や環境負荷濃度と同様に(1)式から算定できる。しかしその値は、任意の財を生産するために直接間接に消費される素材量であって構成素材ではない。

財の構成素材を求めるために、本研究では、産業連関表の各財を、素材財、中間財、最終財、エネルギー財、サービス財の5集合に大きく分類している。そのうち、構成素材を持つ財は、素材財、中間財、最終財の集合だけで、サービス財とエネルギー財は間接的に素材が消費されていても財を構成する素材はない。

素材財、中間財、最終財について構成素材の種類と量を求めるには、産業連関表の財についてすべての素材の投入・廃棄関係を調べなければならない。構成素材の算定には、次のような仮定が必要になる。

①素材財と中間財以外の財からは財の構成要素となる素材の投入はない。

②構成素材量はどの部門においても物質保存則が成り立ち、屑を差し引いた投入と産出の値は同じになる。

(物質保存則)

$$C_X^i = C_X^i - W_X^i \quad \dots (2)$$

X : 5 集合の財

素材財 (Mi : i=1, I)

中間財 (Tj : j=1, J)

エネルギー財 (Ek : k=1, K)

サービス財 (Sl : l=1, L)

最終財 (Fm : m=1, M)

C_X^i : 集合 X の各財の単位生産額当たりの i 素材産出金額 [円 (素材)/円 (財)]

C_X^i : 各財の単位生産額当りの i 素材投入金額 [円 (素材)/円 (財)]

W_X^i : 各財の単位生産額当りの i 素材の廃棄金額 [円 (素材)/円 (財)]

以上の仮定から集合で分類した財の構成素

材ベクトルを求めると (3)~(7) 式で表わされる。

■素材財

$$C_{Mi} = [0 \cdots 1 \cdots 0]$$

(i 番目が 1) $i=1, I \quad \cdots (3)$

■中間財

$$C_{Tj} = [C_{Tj}^1 \cdots C_{Tj}^i \cdots C_{Tj}^I]$$

$j=1, J \quad \cdots (4)$

■エネルギー財

$$C_{Ek} = [0 \cdots 0 \cdots 0]$$

$k=1, K \quad \cdots (5)$

■サービス

$$C_{Sl} = [0 \cdots 0 \cdots 0]$$

$l=1, L \quad \cdots (6)$

■最終財

$$C_{Fm} = [C_{Fm}^1 \cdots C_{Fm}^i \cdots C_{Fm}^I]$$

$m=1, M \quad \cdots (7)$

(4) 式と (7) 式は、中間財と最終財の構成素材の要素を示しているが、その未知数の数と同じ数の方程式をたてることができる。中間財と最終財の構成素材を導出する方程式は、以下の式で表すことができる。

◆中間財

部門 j の財 1 単位の構成素材量

$$C_{Tj} = (C_{Tj}^1 \cdots C_{Tj}^i \cdots C_{Tj}^I)$$

$$C_{Tj} = \sum_i C_{Mi} a_{ij} + \sum_j C_{Tj} a_{jj} - W_{Tj}$$

$\cdots (8)$

a_{ij} : 産出投入係数

◆最終財

部門 m の財 1 単位の構成素材

$$C_{Fm} = (C_{Fm}^1 \cdots C_{Fm}^i \cdots C_{Fm}^I)$$

$$C_{Fm} = \sum_i C_{Mi} a_{im} + \sum_j C_{Tj} a_{jm} - W_{Fm}$$

$\cdots (9)$

(8) 式と (9) 式に示す未知数と方程式の数は $(J+M) \cdot I$ で、それらの方程式を解いた答えが中間財と最終財の構成素材となる^[7]。

最終財の平均的な構成素材が産業連関表から求めると、その値を基にして、任意の製品

のインベントリーを求めることができる。図 1 は、ある特定の製品について生産時のインベントリーを産出する方法を示したものである。

算出方法は、産業連関表の産出投入のマトリックスを利用して、素材と最終財金額、およびインベントリーと最終財金額との関係をあらかじめ解いておき、その結果から任意の製品のインベントリーを算出するものである。すなわち、ある対象製品が産業連関表のどの最終財に属しているかを特定し、そしてその製品の構成素材を調べれば、製品製造時の直接間接のエネルギー消費量と環境負荷の大きさを最終財の平均的な値から明らかにできる。

まず最初に、産業連関表で特定された最終財について、直接間接に投入される素材 T_{Fm}^i [円 (素材)/円 (財)] を (1) 式から、構成素材 C_{Fm}^i [円 (素材)/円 (財)] を (9) 式から求め、その比 (T_{Fm}^i/C_{Fm}^i) を算定する。この値は、最終財の構成素材が、生産に必要なとなる直接間接の素材の何倍になるかを、素材毎に示したものである。

次に対象製品の構成素材量 CW_{Fm}^i [kg] を調べる。通常、構成素材量は、積み上げ法の基本的な作業である。それは、製品を構成する部品を分解することで求まる。素材毎に得られた対象製品の構成素材量に最終財の平均的な素材比 (T_{Fm}^i/C_{Fm}^i) をかければ、対象製品の直接間接の素材必要量 TW_{Fm}^i [kg] が求まる。

産業連関表で評価される対象製品の金額 PN_{Fm} [円] は、次式に示すように TW_{Fm}^i に i 素材重量当りの最終財の金額 P_{Fm}^i [円 (財)/kg] を掛け、その総和で表わされる。

$$PN_{Fm} = \sum_i (TW_{Fm}^i \cdot P_{Fm}^i) \quad \cdots (10)$$

対象製品の金額が産業連関表の特定された最終財について求めれば、あらかじめ (1) 式により得られている最終財 1 単位当たりの

インベントリー I_{Fm}^p [* /円 (財)] から、次式により対象製品のインベントリーを求めることができる (* : エネルギー消費や環境負荷、 P はインベントリーの種類)。

$$IN_{Fm}^p = IX_{Fm}^p \cdot PN_{Fm} \quad \dots (11)$$

(11) 式の製品のインベントリーは、製品製造時の全体のインベントリーだけでなく、産業連関表に含まれている採掘、素材製造、加工組立て、輸送、サービスといった工程別の値としても求めることができる。また、電気、ガス、石油、石炭など燃料種別のインベントリーも求まる。

産業連関表は、生産額が大きい財だけを対象にしているため、産業連関表で扱うことが

できる素材は、30 種類程度の代表的な素材に限定される。それだけの限られた素材で、製品を構成する素材を表現することは不十分である。特に稀少金属、合金、あるいは複合材料といった素材のインベントリーは産業連関表の財として明記されていないため、それらの素材のインベントリーは、別途、積み上げ法によって算出しておかなければならない。積み上げ法で求めた特殊な素材のインベントリーは、それが製造されている素材財の平均的なインベントリーに置き換え、間接影響については産業連関表の平均的な素材と同じであると仮定すれば、特殊素材の間接分のインベントリーを近似的に求めることができる。

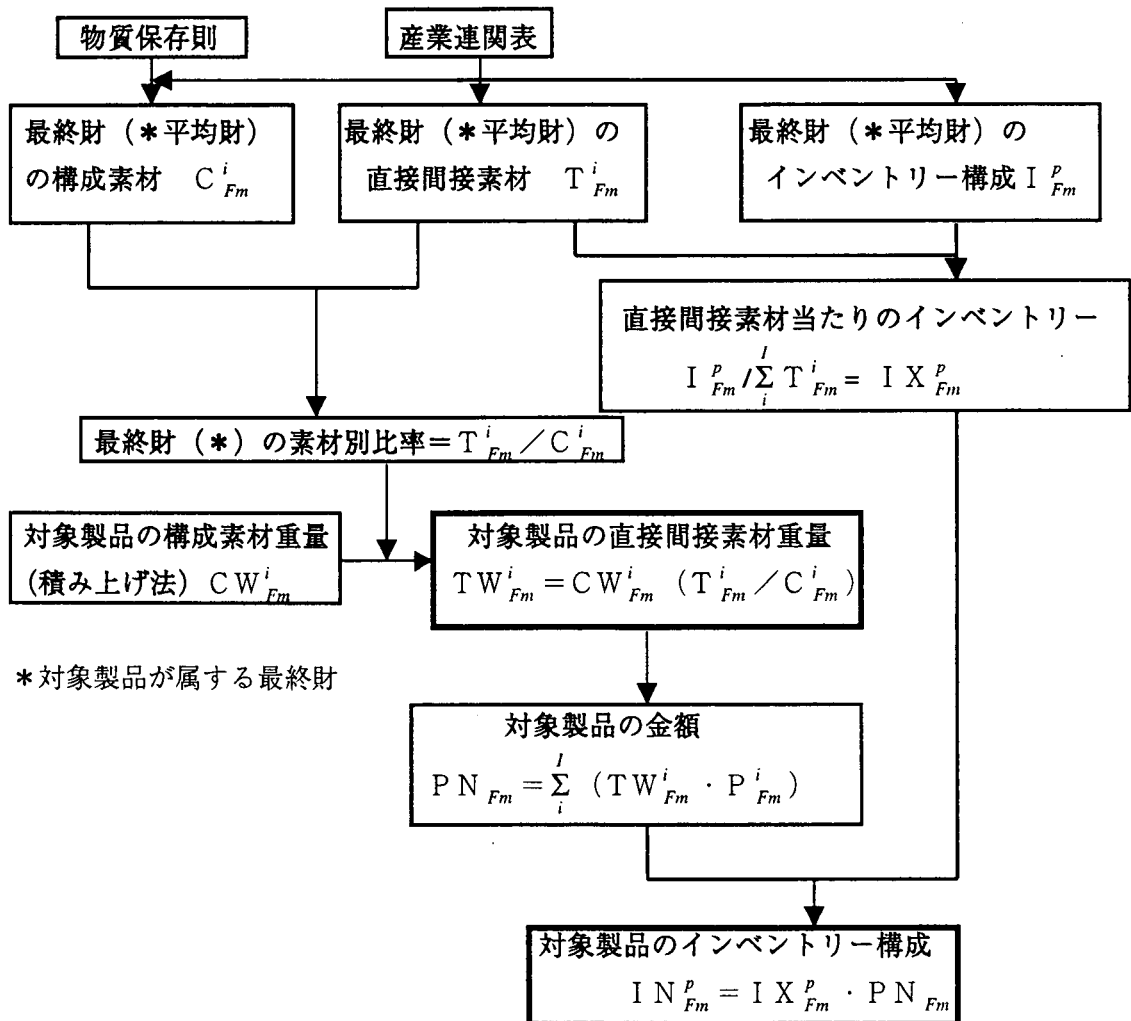


図 1 製品の構成素材量からのインベントリー算出法

* 対象製品が属する最終財

2.3 リサイクル計算

廃棄物のリサイクル (recycling) は、社会の環境負荷を低減する対策の1つである。リサイクルには、製品のリユース、マテリアルリサイクル、そしてサーマルリサイクルとがある。リサイクルによる製品の製造に係わる環境負荷の低減効果を調べると以下のように計算できる。

1) リユース

製品の一部を n 回だけリユースするプロセスについて検討する。 X_p は製品の生産量 [kg] で、リユース部分の生産量を含めた値である。製品を利用している時に製品の一部がリユースされた場合、リユースのために製品へ新たに投入する必要のある消耗品以外に製品への新たな生産品の投入はないことになる。 n 回のリユースが行われた場合、 X_r を消耗品の生産量とすると、図2に示すプロセスの生産量のバランス式は、ライフサイクルで見た製品の投入素材を X_w とすると、以下の式で表される。

$$X_w = X_p + n \cdot X_r \quad \dots (12)$$

リユース部分のエネルギー消費や環境負荷は、初期の段階では考慮すべきものであるが、再利用される時にはその値をゼロとみなすことができる。図のプロセスで製品の投入素材量当たりのエネルギー原単位 [kcal/kg]、あるいは環境負荷の原単位 a_p [* /kg] は以下の式で表される (* は環境負荷の単位)。

$$a_w = (a_p \cdot X_p + n \cdot a_r \cdot X_r) / X_w \quad \dots (13)$$

ここで、 a_w はライフサイクルで見た製品の生産量当たりの原単位、 a_p はリユース品を含めた製品 X_p の生産量当たりの原単位、 a_r は消耗品 X_r の生産量当たりの原単位である。リユースの際には、消耗品の新規購入の他に、リユース製品を運搬したり新しく製品に

するための加工に要するエネルギーの消費、あるいは環境への負荷が発生する。前者の原単位を a_{rv} とし後者の原単位を a_{rr} とすると、

$$a_r = a_{rv} + a_{rr} \quad \dots (14)$$

となる。リユース製品は、製品の寿命後には製品とともに廃棄されることになり、それまでに廃棄した物理量は X が重量であれば、 $X_p + n \cdot X_r$ で表される。ここで $n \cdot X_r$ は、リユースで消費した消耗品の累積量である。

2) リサイクル (素材)

素材のリサイクルには、製品の製造中に発生する素材屑などをリサイクルする場合と寿命まで使った製品の廃棄物から素材を取り出してリサイクルする場合とがある。

投入したエネルギー消費量や環境負荷はすべて製品に配分し、屑になった素材には配分しないと仮定すると、リサイクル材に対するエネルギー消費量や環境負荷は、リサイクル工程で要したものだけになる。

図3から加工屑 X_w を割合 r だけリサイクルする場合、ライフサイクルで見た製品の物理量のバランス式は次式で表される。

$$X_w = X_p + (1-r) \cdot X_w' \quad \dots (15)$$

また製品のエネルギー消費あるいは環境負荷の原単位は、次式で示される。

$$a_w = (a_p \cdot X_p + a_r \cdot r \cdot X_w') / X_w \quad \dots (16)$$

a_p : 製品の原単位

X_p : 製品の生産量

a_r : リサイクル材の原単位

X_w' : 加工屑量

r : 加工屑のリサイクル率

製品の寿命後に素材がリサイクルされる場合は、そのリサイクル率を r とすると、製品の物理量バランスは次式で表わされる (図4)。

$$X_p = X_v - r \cdot X_w' \quad \dots (17)$$

製品の生産に要するエネルギー消費あるいは環境負荷の原単位は、次式で表わされる。

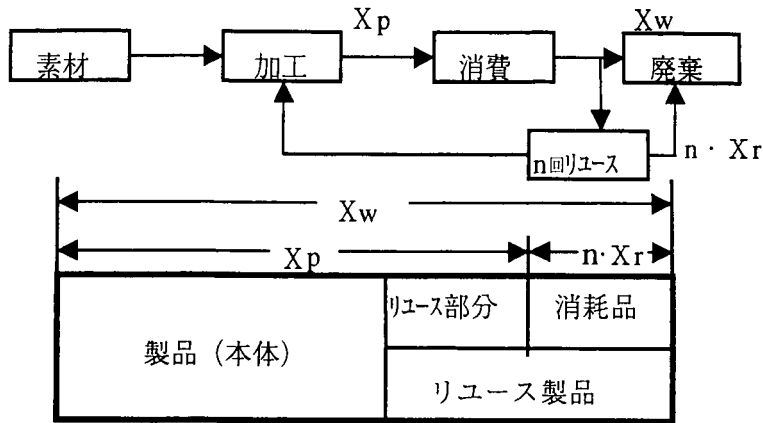


図2 製品のリユース

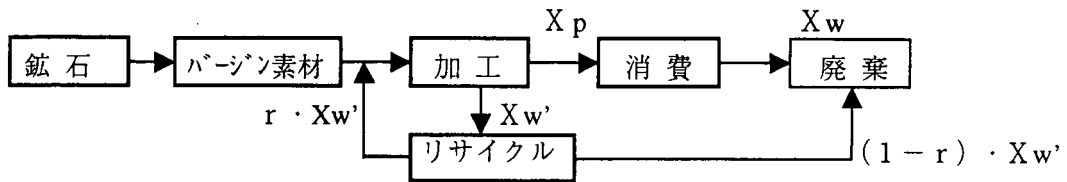


図3 加工屑のリサイクル

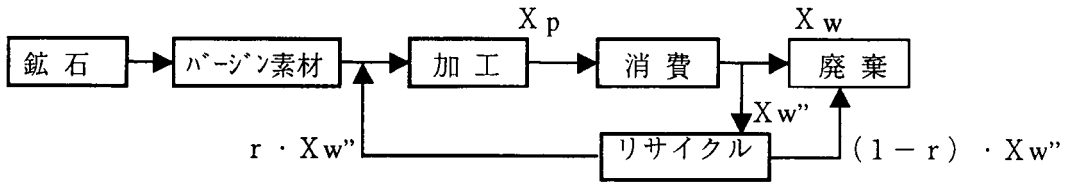


図4 寿命後のマテリアルリサイクル

$$a_w = (a_p \cdot X_p + a_r \cdot r \cdot X_w'') / X_w \quad \dots (18)$$

X_w'' : リサイクル部門への投入素材量

3. 洗濯機のライフサイクル分析

3.1 ソフトウェア「Quick LCA」

ハイブリット LCA 手法のソフトウェア (Quick LCA) を開発した。ソフトウェアは、単に製品の製造時だけでなく、利用、廃棄、リサイクルの4つのプロセスで、製品のエネルギー消費、環境負荷、労働投入量が分析できる (図5)。

分析できるエネルギーの種類は、電気、ガ

ス、石油、石炭で、環境負荷は、 SO_x 、 NO_x 、 CO_2 である。また労働者の種類は、産業連関表の労働区分に従ったもので、有給役員、常用雇用者、個人業種、家族従業者、臨時・日雇いである。

分析は最初に、対象となる製品がどの製造部門で生産されたものかを産業連関表の部門分類で特定する。対象製品が、複数の製品から成り立っている場合は、それぞれの製品が造られた製造部門を産業連関表から選ぶことになる。図6は、その選択画面を表示したものである。図に示される製造部門は、大きく12の業種に分れているが、それぞれの業種をクリックするとさらに詳細な部門が表示される。全体の業種数は120部門で、製品の構

成品はそのどれかに対応させることになる。

次に、製品の構成素材を入力する。複数の構成材からできている製品は、それぞれの構成材について構成素材を調べる。構成材の構成素材は、通常、積み上げデータを入力することになるが、データの作成には産業連関分

析法によってあらかじめ求めた平均財のデフォルト値^[7]を参考にすることができる。構成材の入力だけで、複雑な製造プロセスのエネルギー消費や環境負荷の値が、工程別あるいは燃料種別に整合的に求まることになる。利用時のプロセスは、運転保守と部品のリユ

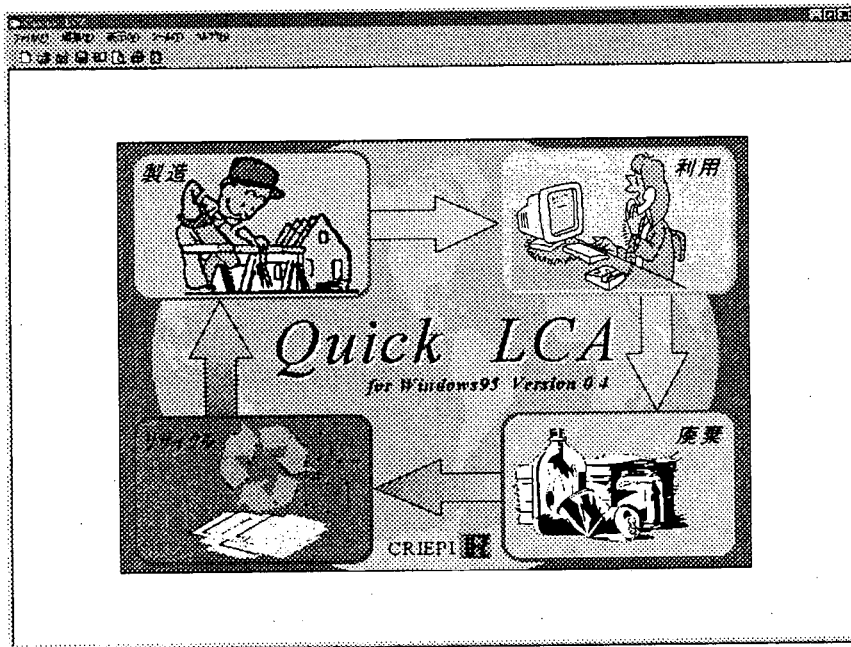


図5 “QuickLCA” ソフトウェアの画面

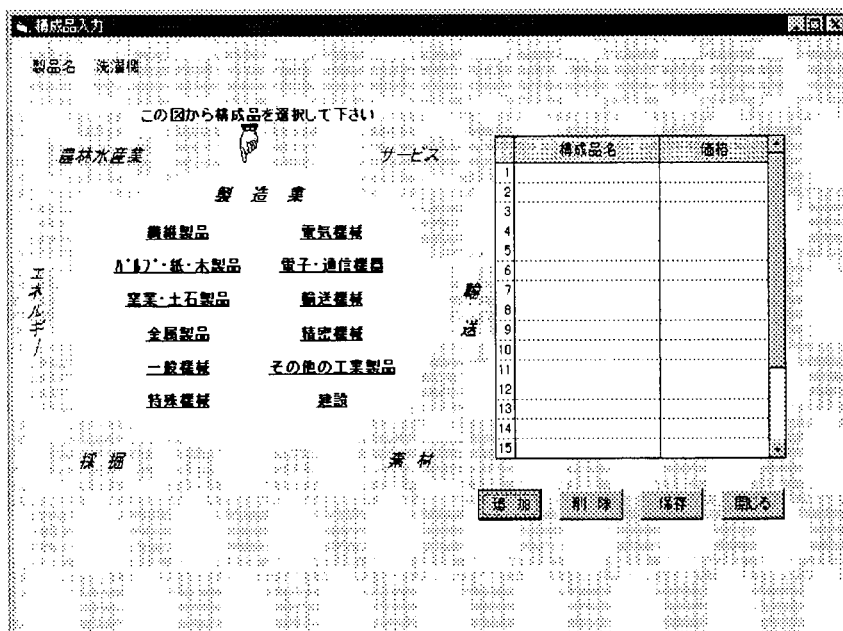


図6 製品の構成材入力画面

ースから成っている。運転時の分析には、製品寿命と利用時のエネルギー消費を入力する必要がある。選択できるエネルギーの種類は、電気、都市ガス、ガソリン、軽油など 15 種類の二次エネルギーである。電気は、さらに環境負荷の原単位が異なる昼間と夜間の電力、および季節別の電気を選ぶことができる。保守は、潤滑油や水などユーティリティのデータを入力することで分析できる。

リユースは製品の部品交換で、その分析には年間の交換回数と交換品を構成素材量で入力する必要がある。廃棄プロセスは、輸送、分別、解体、処理、処分の工程に分かれており、それぞれの工程についてエネルギー、環境負荷、労働量の積み上げデータを入力する。リサイクルは、マテリアルとサーマルに分か

れている。マテリアルリサイクルは、寿命後の廃棄物となった製品を素材としてリサイクルするもので、その分析にはリサイクル素材、リサイクル率を入力する必要がある。サーマルリサイクルは、入力した製品の構成素材の中から可燃性廃棄物の量が画面上に表示されるので、電気として利用するか熱として利用するかを決め、そのリサイクル率を入力する。

3. 2 洗濯機のライフサイクル分析

開発したソフトウェアにより、洗濯機のライフサイクル分析を行った。表 1 は、積み上げ法で調べた洗濯機の構成素材を産業連関表から得られた標準値（デフォルト）と比較して示したものである。

ユーザーは標準値を参考にして、洗濯機を

表 1 洗濯機（45 リットル）の構成素材量

素材		数量 [kg]	標準値 [kg/百万円]
木材	素材	0.163	0.163
鉄	フェロアロイ	0.002	0.002
詳細あり	熱間圧延鋼材	18.300	19.360
	鍛造鋼	4.600	0.056
非鉄	銅	0.800	1.760
	鉛（含再生）	0.194	0.194
	亜鉛（含再生）	0.853	0.853
	アルミニウム（含再生）	0.850	2.323
	その他の非鉄金属地金	0.074	0.074
有機	合成ゴム	0.230	0.230
	熱硬化性樹脂	0.023	0.023
	熱可塑性樹脂	0.262	0.262
	その他の合成樹脂	8.900	8.900
無機	舗装材料	0.257	0.257
	板ガラス・安全ガラス	3.560	3.560
	ガラス繊維・同製品	0.000	0.000
	その他のガラス製品	0.155	0.155
	生コンクリート	0.000	0.000
	陶磁器	0.030	0.030
	耐火物	0.000	0.000
	その他の建設用土石製品	0.000	0.000
	炭素・黒鉛製品	0.090	0.090
その他	製糸	0.000	0.000
	綿糸	0.001	0.001
	化学繊維紡績糸	0.001	0.001
	毛糸	0.000	0.000
	その他の紡績糸	0.001	0.001
	製革・毛皮	0.000	0.000

構成している素材量を入力することができる。本研究は、容量が45リットルの冷蔵庫を例に、鉄、銅、アルミニウム、樹脂については実際に洗濯機を構成している素材量を入力し、他の素材については標準値をそのまま入力した。製品の加工・組立段階で消費するエネルギーの一部として、本ソフトウェアでは構成素材と同様に、企業の独自の製造ラインで消費する製造エネルギーを標準値の代りに入力することができる。この工場における直接の消費エネルギーや環境負荷を入力すると、洗濯機が造られている産業連関表の加工組立工程の平均的なエネルギー消費や環境負荷が、設定した入力値に置き換わることになる。今回、検討した洗濯機では、製造エネルギーとして事業用電力、A重油、液化石油ガスが必要であることがわかり、洗濯機1台当たりでそれぞれ16kWh、0.47リットル、0.23kgの値を入力した。入力した事業用電力によって加工組立時にNO_xとSO_xが、それぞれ0.006kgと0.005kgだけ排出することになる。

洗濯機は、利用段階で電力と水を消費する。

その消費量は個人差が大きく、客観的な値を求めることは難しい。ここでは、年間の洗濯回数を730回とし、一回当たりの洗濯時間を40分、水使用量を175リットル/回、消費電力を150Wh/回と仮定して計算した。洗濯機の寿命は9年間とした。利用時の電気と水の消費により、NO_xとSO_xがそれぞれ0.036kgと0.029kgだけ、毎年、間接的に排出することになる。

今回の検討では、利用時の保守修繕は不要と考え、部品のリユースを無視した。廃棄段階では、処理業者がトラックで廃棄された洗濯機を運び、その輸送エネルギーとして軽油を0.224リットル、さらに解体作業に軽油を0.044リットル消費するとした。

図7は、洗濯機の分析結果を示したもので、製造、利用、廃棄の各段階でエネルギー消費量、CO₂排出量、労働投入量の大きさを比較している。図からエネルギー消費量は、製造段階が利用段階よりわずかに多く、全体の53%であることがわかる。ライフサイクルにわたるCO₂排出量は227kg(炭素)で、その値は洗濯機の重量の約6倍にもなっている。

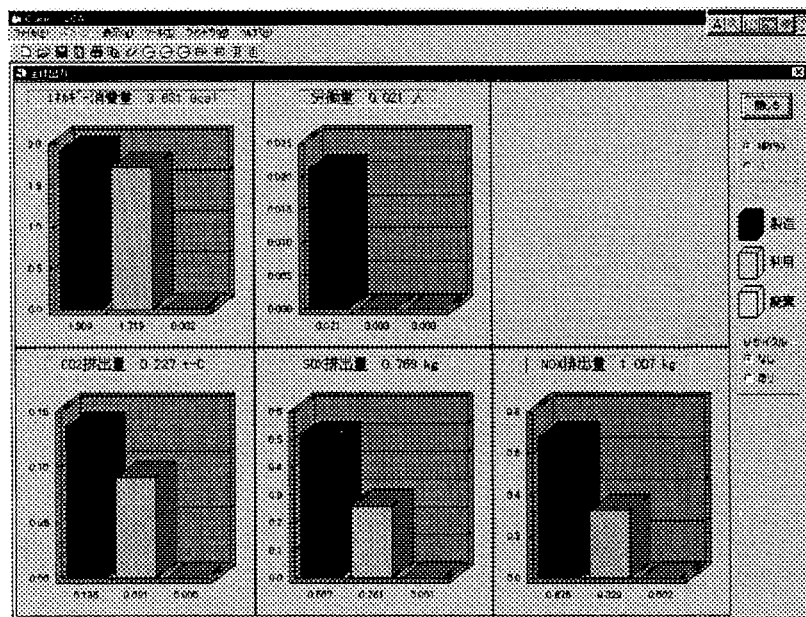


図7 洗濯機のライフサイクル分析の結果 (リサイクルなし)

そのうち、製造段階で全体の 60%が排出されている。SO_xと NO_x の排出量は、それぞれ 0.77kg と 1.01kg で、CO₂ 排出量に対して 200~300 分の 1 の量である。やはり製造時の排出量が最も多く、その割合は 3 分の 2 にもなっている。労働量は、製造以外のプロセスではほとんど無視できる値である。洗濯機 1 台製造するために投入された労働量は、

0.021 人である。

図 8 は、製造時のエネルギー消費量を採掘、素材、加工・組立、輸送などの工程別に求めたものである。工程別にみると素材製造工程のエネルギー消費量が最も多く、全体の 52%を占めている。中でも鉄の製造に消費するエネルギー量は全体の 27%にもなる。素材製造の次に多いのが加工組立工程のエネルギ

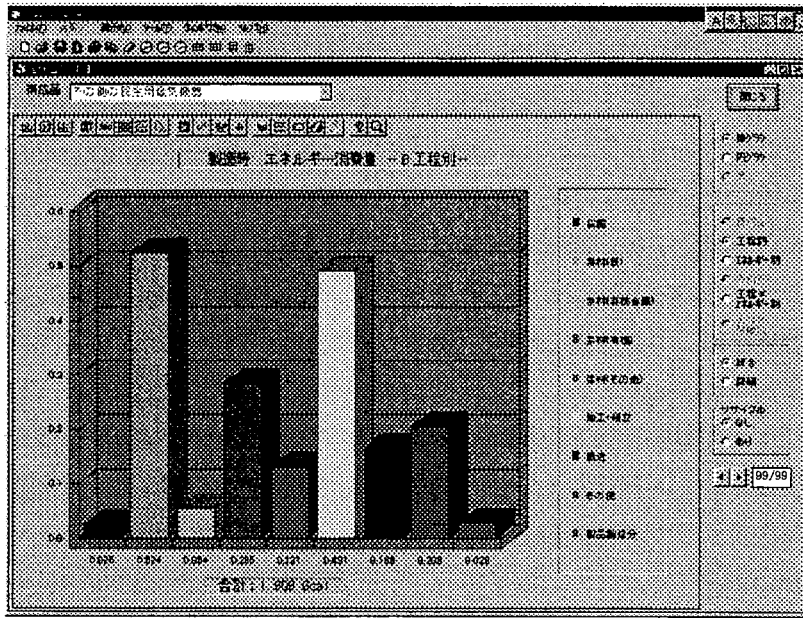


図 8 製造時のエネルギー消費量の内訳 (リサイクルなし)

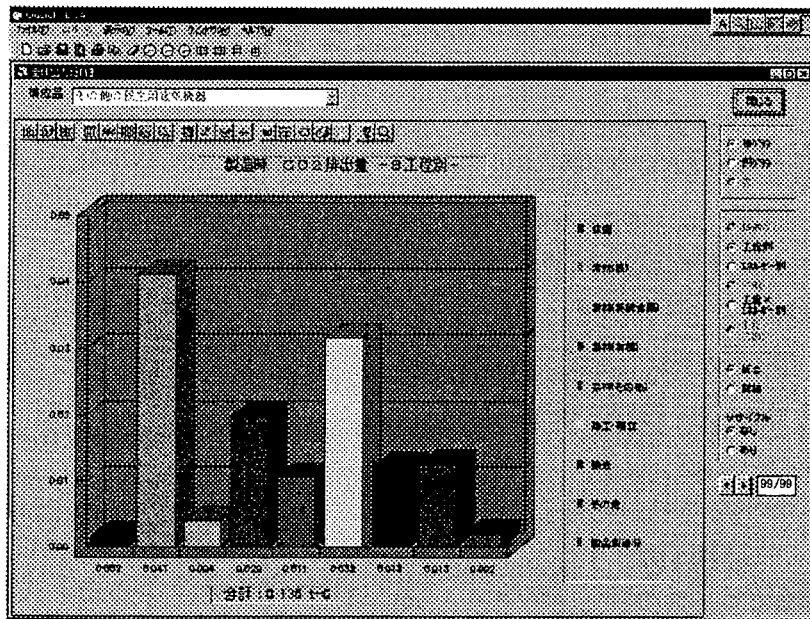


図 9 エネルギー源別にみた製造時のエネルギー消費量 (リサイクルなし)

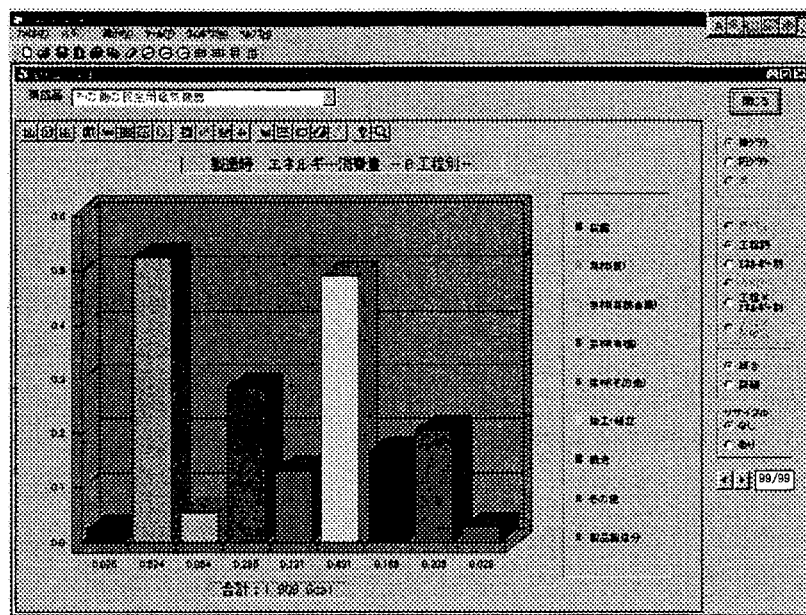


図 10 製造工程別にみた製造時の CO₂ 排出量（リサイクルなし）

一消費で全体の 26%になっている。

図 9 は、製造時のエネルギー消費量をエネルギー源別に熱量で示したものである。最も多く消費しているのが石油で次いで電気、石炭、ガスの順である。石油の消費は電気の 1.4 倍になっているが、主に輸送用に使われているものである。石炭は大半が鉄鋼の生産に消費されたものである。洗濯機の加工組立時に直接消費する電気は、全体の電力消費量の 6.1%程度でそれほど大きくはない。

図 10 は、環境影響物質として CO₂ を例に製造時の排出量を製造プロセス別に示したものである。製造時の CO₂ 排出量は 136kg（炭素）で、そのうち使用した素材からの排出が 55%と最も多く、中でも鉄の製造により 30%の CO₂ が排出されている。次に大きいのが加工組立工程の電力から排出する CO₂ 量で全体の 24%を占めている。

リユースやリサイクルは、製品の製造時の環境負荷を低減する効果がある。洗濯機を例にして、素材のリサイクル率を変えて CO₂ 排出量の削減効果を調べてみた。マテリアルリサイクルとして鉄系金属（フェロアロイ、

熱間圧延鋼、鋳鍛鋼）を対象にリサイクル率を 50%、樹脂系素材については 100%サーマルリサイクルを行うと仮定した。設定したリサイクル率によって、全体のエネルギー消費を 6%、CO₂ 排出量を 7%削減する効果があることがわかった。その削減効果の大半はマテリアルリサイクルによるものであることも明らかになった。

4. おわりに

インベントリー分析で最も複雑な工程は製造段階である。製造段階のインベントリー分析は、産業の複雑な工程で排出されている環境負荷を個々の製品レベルに配分しなければならない。通常、その方法には積み上げ法が使われているが、社会全体の環境負荷を整合的に扱う産業連関法を使えば“木を見て森を見ず”に陥らなくて済む。

本研究で開発した新しい LCA 手法は、産業連関法と積み上げ法のハイブリット手法で、それぞれの利点を生かすことで具体的な製品のライフサイクルにわたるインベントリーを明らかにできるようにしたものである。製品

のインベントリーをライフサイクルにわたり完全に明らかにする手法は存在しない。しかし、開発したソフトウェアは、社会のマクロの環境負荷を概略ではあるが個々の製品に整合的に配分することを可能にした。これによって、これまでの煩わしかったインベントリー分析を容易にかつ迅速に行えるようにした。

【参考文献】

- [1] Environmental Protection Agency, "Life Cycle Assessment Inventory Guidelines and Principles", EPA/600/R-92/245, Battelle and Franklin Associates, Ltd. Cincinnati, OH, Feb. 1993
- [2] SETAC, "Foundation for Environmental Education, A Technical Framework for Life-Cycle Assessment", Pensacola, FL, 1991.
- [3] 内山洋司、山本博巳「発電プラントの温暖

- 化影響分析」電力中央研究所研究報告、Y91005 (1991年)
- [4] 内山洋司「発電プラントのライフサイクル分析」電力中央研究所研究報告 Y94009、(1995年)
- [5] 本藤裕樹、西村一彦、内山洋司「産業連関分析による財・サービス生産時のエネルギー消費量と CO₂ 排出量」電力中央研究所研究報告 Y95013、(1996)
- [6] Nishimura, K., Hondo, H., Uchiyama, Y., "Derivation of Energy - Embodiment Functions to Estimate the Embodied Energy from the Material Content," Energy 21-12, 1247-1256. (1996)
- [7] 内山洋司、本藤裕樹、西村一彦「製品の新型 LCA ソフトウェアの開発」第 2 回エコバランス国際会議予稿集 (1996年 11月)

(うちやま ようじ
にむら かずひこ
ほんどう ひろき
電力中央研究所 経済社会研究所)

Priority Service の最適メニューに関する条件

確率的に生じる需要を考慮した場合

Conditions on the Optimal Menu of Priority Service in Markets where both Stochastic and Deterministic Demands Exist

キーワード：電力需要、最適メニュー、確率的需要、Priority Service

伊藤 穰

電力需要を供給能力の範囲に抑制することはシステム全体の安全性を確保するために重要なことである。そのため、如何にして電力を効率よく抑制するかが課題となっている。いくつかの方法が望ましいものとして挙げられており、Priority Service は電力需要に優先度をつけて、優先度の高いものから順に電力を供給している方法であり、効率的に電力負荷を割り当てることができる手法として注目されている。これまでの研究により、最適な資源配分を実現する Priority Service の料金メニューの条件が示されている。しかし、これらの研究で分析対象となっている需要は、状況の変化にかかわらず存在することが暗黙のうちに仮定されてきた。しかし、需要にはある状況の下でしか生じないものもある。このように状況の変化に伴って市場に参加し、あるいは市場から退出する需要に関しては分析がなされてこなかった。需要抑制が必要となるのは需要が時間を通じて変動するからであり、変動する需要の分析は大きな意義を持っている。本稿では需要全体を変動する部分と変動しない部分に分け、このうち変動する部分を明示的に扱うことにより、最適メニューが満たすべき諸条件を再検討するものである。そして需要に変動部分を想定する場合には、従来の「最適メニュー」では最適な資源配分がなされないことを示し、最適な資源配分を保証するためには、理論上、従来よりも厳しい制約条件を満たすことが要請されることを明らかにする。

- | | |
|--|---|
| <ol style="list-style-type: none"> 1. 問題意識 2. モデル <ol style="list-style-type: none"> 2. 1 恒常的需要 2. 2 確率的需要 2. 3 需要曲線および供給能力 3. 確率的需要がある場合の資源配分 <ol style="list-style-type: none"> 3. 1 Priority Service の「最適メニュー」 | <ol style="list-style-type: none"> 3. 2 消費者の純便益 <ol style="list-style-type: none"> (1) 「最適メニュー」による純便益 (2) Spot Pricing による純便益 4. 最適メニューの満たすべき条件 <ol style="list-style-type: none"> 4. 1 満たすべき条件の相違 4. 2 最適メニューが満たすべき条件 5. 結論 |
|--|---|

1. 問題意識

Priority Service は状況の変化に応じて変動する電力需要を供給能力の範囲に抑制することを目的として考案された需要管理手法である。したがって、Priority Service 理論は状況の変化に応じて電力需要全体が変動する様子をモデル化してきた。これまでの研究の系譜は松川 (1990) および松川 (1995) に詳しくまとめられている。¹しか

しながら、これまでに分析の対象となってきたのは、状況がどの様に変化しようとも存在する需要（これを恒常的需要と呼ぶことにする）であった。需要には状況の変化に伴って生起するもの（これを確率的需要と呼ぶことにする）と、状況の変化によらず常に存在するもの（=恒常的需要）があ

¹ 伊藤 (1998) は任意の Priority Service と同様の資源配分を生じる非均一料金が存在することを示している。

り得る。²従来のモデルは需要全体が変動することを仮定しながら、確率的需要に対する明示的な分析を行ってこなかった。³

需要全体が変動する原因は恒常的需要ではなく、確率的需要にこそ求められる。したがって、この確率的需要に対する明示的な分析が重要である。Priority Service により確率的需要がどのような影響を受けるのかを分析する必要が生じる。そして、恒常的需要だけでなく確率的需要も含めた需要を考慮した場合に、Spot Pricing の場合と同様の資源配分を導くような Priority Service の料金メニューが真の意味での最適メニューということになるのではないだろうか。

本稿では、確率的需要を考慮した場合には、従来分析されてきた「最適メニュー」のもとでは資源配分は最適化されないことを示し、確率的需要を想定する場合に最適メニューが満たすべき条件を明らかにする。

2. モデル

2.1 恒常的需要

恒常的需要とは前述のように、様々な状況の変化に関わらず存在する需要のことである。恒常的需要に関する様々な仮定は、松川 (1995) をはじめ従来からの需要に関する仮定に概ね準じたものとする。すなわち、電力の供給信頼度は消費者に対して正の効用を与え、その限界効用は各消費者ごとに異なるが、各々一定値 v をとるものとする。ただし、

$$0 \leq v \leq 1 \quad (2.1)$$

とする。⁴

² 恒常的需要は確率 1 で生じる確率的需要であるが、本稿では常に存在するとは限らない需要に焦点を当てることを強調するために、これらを分離して論を進める。

³ これまでの研究では、需要が変動するメカニズムはモデル化されてこなかった。また、Wilson, R. (1993) では需要を変動させる代わりに供給能力を変動させ、代表的個人の効用を分析している。この際に分析対象となっているのは、変化しない需要である。

一方、電力会社はどの消費者がどのような限界効用を持っているかについては知らないが、限界効用の分布全体については知っているものとする。つまり、電力会社は恒常的需要に関する需要関数を知っているものと仮定するのである。恒常的需要の全体 D_c はスポット価格 P の関数であり、

$$D_c = 1 - P \quad (2.2)$$

と表せるものとする。恒常的需要の限界効用の分布は図 1 で表せる。

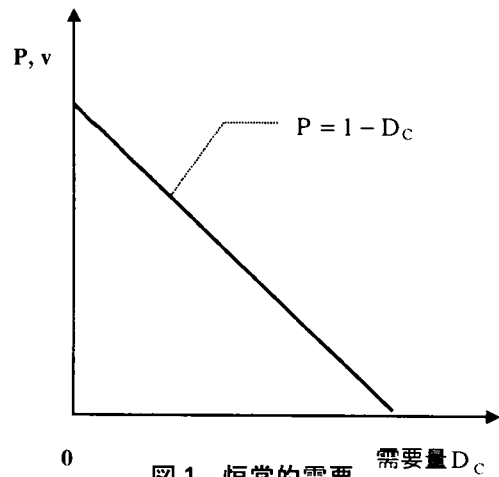


図 1 恒常的需要

2.2 確率的需要

確率的需要は様々な状況の変化に対応して生じたり、あるいは生じなかったりする需要である。つまり、ある消費者 $\theta(u, W_i)$ は特定の状況 W_i が生じる場合にのみ市場に参入し、電力消費による限界効用は u である。ただし、簡単化のために

$$u = 1 \quad (2.3)$$

とする。このような消費者の全体量を D_p とすると、 $P \leq 1$ に対して、

$$D_p = W_i - 1 \quad (2.4)$$

が成立する。ただし、 $W_i (i=1, 2, \dots)$ は状況を表すパラメーターであり、

$$1 \leq W_i \leq 2 \quad (2.5)$$

⁴ 松川 (1995) では V を限界効用の最大値とし、 $0 \leq v \leq V$ となっているが、本稿では V を 1 に基準化したにすぎず、分析上本質的な差は生じない。

とする。また状況 W_i が生じる確率を $\Pr(W_i)$ とし、

$$0 \leq \Pr(W_i) \leq 1 \quad (2.6)$$

が成立するものとする。

このモデルにおいては確率的需要の限界効用は 1 であり、恒常的需要より大きいので、Priority Service では、優先的に確率的需要に電力が供給され、その残りが恒常的需要に供給されることになる。価格が 1 以下の場合には確率的需要全量に対して電力が供給されるのである。確率的需要に関する需要曲線は図 2 のように垂直線となる。⁵

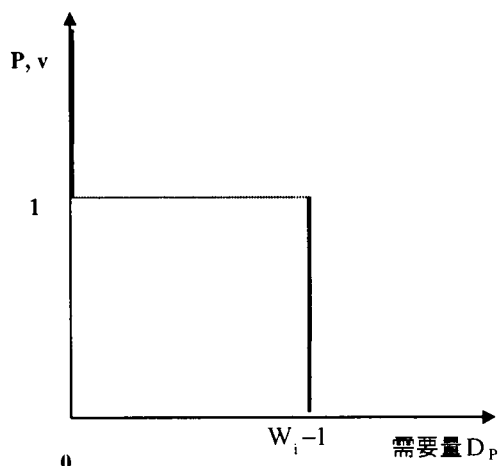


図 2 確率的需要

2. 3 需要曲線および供給能力

需要 D は恒常的需要 D_c と確率的需要 D_p の合計であるから、

$$D = D_c + D_p \quad (2.7)$$

と表すことが出来る。よって、(2.2)、(2.4)、(2.7) より $P \leq 1$ に対して、

$$D = W_i - P \quad (2.8)$$

が成立する。

電力供給能力を S で表し、簡単化のために

$$S = 1 \quad (2.9)$$

とする。電力供給の限界費用 MC は一定であり

$$MC = c < 1 \quad (2.10)$$

とする。

Spot Pricing では価格は需要と供給が一致するところで決まる。(2.2)、(2.4)、(2.5)、(2.7)、(2.8)、(2.10) の下では

$$c \leq P(W_i) \leq 1 \quad (2.11)$$

であるから⁶、(2.8) は一般に成立する。ただし、 $P(W_i)$ は状況 W_i が生じたときのスポット価格である。結局、電力需要全体は図 3 で表され、状況に応じて確率的需要が変動することにより、需要全体も変動するのである。

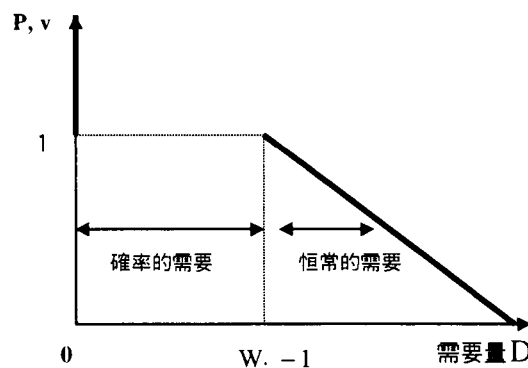


図 3 需要曲線

3. 確率的需要がある場合の資源配分

恒常的消费者に関する分析はすでに Chao&Wilson (1987)、松川 (1995) をはじめ多くの先行研究により行われている。これらにより Priority Service の最適メニューによって、Spot Pricing と同様の効用を各消費者は得られることがわかっている。⁷ また、恒常的需要に関

⁵ 本稿では恒常的需要よりも確率的需要の限界効用が大きいと仮定している。しかし、これは現実においても確率的需要の限界効用が大きいということを主張するものではない。この仮定は、そのような場合が有り得るという認識をモデル化したものである。例えば、夏の暑い日には、普段何気なくつけているテレビ（恒常的需要）よりも冷房（確率的需要）の方が高い限界効用を持っていることが有り得る。また、雨天が続く状態では、ふだん使用している他の恒常的電力需要よりも乾燥機に関する電力需要（確率的需要）の方がより高い限界効用を持っている場合があるだろう。

⁶ (2.7)、(2.8)、(2.10) および均衡条件より $c \leq P(W_i) = W_i - 1$ 。一方 (2.5) 式より、 $1 \leq W_i \leq 2$ であるから、 $c \leq P(W_i) \leq 1$ となる。

⁷ 正確には、恒常的消费者に対して Spot Pricing お同様の効用を保証するような料金メニューが最適メニューとして求められている。

する消費者の電力会社への支払いも両制度の下で等しいことも示されている。そこで、以下では「最適メニュー」で確率的需要によって消費者が得られる効用について Spot Pricing と比較していく。

3. 1 Priority Service の「最適メニュー」

松川 (1995) にしたがって、最適料金メニューを $M^* = \{t^*(v), s^*(v), r^*(v)\}$ とすると、

$$r^*(v) = R(v) \quad (3.1.1)$$

$$s^*(v) = c \quad (3.1.2)$$

$$t^*(v) = \int_0^v [r^*(v) - r^*(x)] dx - s^*(v)r^*(v) \quad (3.1.3)$$

は最適メニューの一形態である⁸。ただし、 $r^*(v)$ は最適メニューにおける限界効用が v の消費者の供給信頼度、 $R(v)$ は Spot Pricing のもとで成立する、限界効用が v である消費者の供給信頼度である。 $s^*(v)$ は最適メニューにおける従量料金であり、これは実際に電力が供給された場合にのみ支払うものである。また $t^*(v)$ は基本料金部分であり、これは電力の供給の有無に関わらずサービスの申し込み時点で支払うものである。ただし、

$$\frac{d}{d} \frac{r}{v} > 0, \quad r(v) \geq 0 \quad (3.1.4)$$

$$\frac{d}{d} \frac{t}{v} > 0, \quad t(v) > 0 \quad (3.1.5)$$

であり⁸、限界効用が v の消費者の期待支払い総額を $E(v) = t(v) + r(v)s(v)$ とすると、

$$\frac{d}{d} \frac{E}{v} > 0, \quad E(v) \geq 0 \quad (3.1.6)$$

が成立しているものと仮定する。

確率的需要の限界効用は 1 であり、Spot Pricing の下では、この需要に対する供給信頼度は 1

である。したがって、確率的消費者 $\theta(u, W_i)$ の直面する価格体系は $R(v) = v$ を仮定すると、

$$r^*(u) = r^*(1) = R(1) = 1 \quad (3.1.7)$$

$$s^*(u) = s^*(1) = c \quad (3.1.8)$$

$$t^*(u) = t^*(1)$$

$$= \int_0^u [r^*(1) - r^*(x)] dx - s^*(1)r^*(1)$$

$$= \int_0^1 (1-x) dx - c$$

$$= \frac{1}{2} - c \quad (3.1.9)$$

となる。

3. 2 消費者の純便益

(1) 「最適メニュー」による純便益

消費者 $\theta(u, W_i)$ が (3.1.1)、(3.1.2)、(3.1.3) で表される Priority Service の「最適メニュー」の下で、電力消費により享受する純便益を $B^P(W_i)$ とすると (3.1.7)、(3.1.8)、(3.1.9) より、

$$\begin{aligned} B^P(W_i) &= \Pr(W_i) \cdot r^*(1) \cdot 1 \\ &\quad - [t^*(1) + \Pr(W_i) \cdot r^*(1) \cdot s^*(1)] \\ &= \Pr(W_i) - \left[\frac{1}{2} - c + \Pr(W_i) \cdot c \right] \\ &= [1 - \Pr(W_i)](c-1) + \frac{1}{2} \end{aligned} \quad (3.2.1)$$

したがって、

$$B^P(W_i) \begin{cases} \geq 0 & \text{if } c \geq \frac{1}{2} \left(1 - \frac{\Pr(W_i)}{1 - \Pr(W_i)} \right) \\ < 0 & \text{if } c < \frac{1}{2} \left(1 - \frac{\Pr(W_i)}{1 - \Pr(W_i)} \right) \end{cases} \quad (3.2.2)$$

つまり、Priority Service の下では、費用条件次第で確率的需要は市場に参加しない可能性が生じるのである。

(2) Spot Pricing による純便益

Spot Pricing の下で確率的消費者 $\theta(u, W_i)$ が電力消費により享受する純便益を $B^S(W_i)$ とする

⁸ 松川 (1995) pp.145-146 参照。

⁹ (3.1.5) 式において $t(v)$ は理論的には負の値をとりうるが、現実の料金において「負の基本料金」を排除するために、 $t(v) > 0$ の制約を設けている。

と、(2.11) より $c \leq P(W_i) \leq 1$ なので

$$\begin{aligned} B^S(W_i) &= \Pr(W_i)[1 - P(W_i)] \\ &= \Pr(W_i)[1 - P(W_i)] (\geq 0) \end{aligned} \quad (3.2.3)$$

となる。したがって、Spot Pricing を用いた場合には確率的消費者の純便益は常に非負である。

4. 最適メニューの満たすべき条件

4.1 満たすべき条件の相違

以上の分析より、

$$c < (1/2) - \Pr(W_i) / \{2[1 - \Pr(W_i)]\}$$

が成り立つ時には、Priority Service では確率的消費者の参入はなく、彼等に関する余剰は生じない。他方、Spot Pricing の下では確率的消費者に関わる余剰は常に生じるのである。つまり、Spot Pricing と Priority Service では異なった資源配分を生じさせる。確率的需要を考慮する場合には、Priority Service と Spot Pricing とで異なった資源配分、分配が生じる理由はどこにあるのだろうか。従来からの「最適メニュー」は恒常的需要のみを考慮して、IC (Incentive Compatibility)、IR (Individual Rationality) 条件を満たすように設計されている。しかし、そのようにして設計されたメニューの下では確率的需要は IC、IR 条件を満たしているとは限らず、そのため「最適メニュー」の下ですら Spot Pricing とは異なった資源配分が生じる結果になるのである。

Priority Service は選好顕示メカニズムの一種であり、各消費者が自らの選好を正しく申告し、このサービスに参加するためには IC、IR の両条件が満たされなくてはならない。すると、

$$\begin{aligned} r(v)[v - s(v)] - t(v) \\ \geq r(v')[v' - s(v')] - t(v') \end{aligned} \quad (4.1)$$

である。

確率的需要に関しては自らの選好だけでなく、その需要が生じる確率についても正しく申告する

ようにメニューは設計されなければならない。つまり、選好だけでなく需要の生じる確率についても Incentive Compatible である必要がある。したがって、確率的需要が満たすべき IC 条件は、 $0 \leq W_i' \leq 2$ 、

$$\begin{aligned} \Pr(W_i)r(v)[v - s(v)] - t(v) \\ \geq \Pr(W_i')(v')[v' - s(v')] - t(v') \end{aligned} \quad (4.2)$$

となる。

IR 条件はサービスに参加することによって、各消費者が正の利益を得ることを保証するものである。したがって、恒常的需要が満たすべき IR 条件は

$$r(v)[v - s(v)] - t(v) \geq 0 \quad (4.3)$$

であり、確率的需要が満たすべき IR 条件は

$$\Pr(W_i)r(v)[v - s(v)] - t(v) \geq 0 \quad (4.4)$$

である。

恒常的需要と確率的需要が満たすべき条件は異なっており、恒常的需要が満たすべき条件が成立しているとしても、確率的需要が満たすべき条件が成り立っているとは限らない。しかしながら、確率的需要が満たすべき IC 条件、IR 条件は恒常的需要が満たすべきそれらの十分条件となっている。¹⁰ したがって、最適メニューは確率的需要の IC、IR 条件を満たすように設計されるべきである。

先行研究における「最適メニュー」は恒常的需要に関する条件を満たしているが、確率的需要は明示的に取り扱われておらず、確率的需要に関する条件を満たしていないのである。したがって、確率的需要に関しては消費者が自らの選好および需要の発生確率を正しく申告することは保証されず、消費者が Priority Service に参加する保証もないのである。

¹⁰ この部分の証明について興味ある読者は、筆者に直接請求されたい。

4. 2 最適メニューが満たすべき条件

以上の分析から確率的需要がある場合に最適メニューが満たすべき条件をまとめると、以下のようになる。

$$\Pr(W_i)r(v)[v-s(v)]-t(v) \geq \Pr(W_i')(v')[v-s(v')]-t(v') \quad (4.2)$$

$$\Pr(W_i)r(v)[v-s(v)]-t(v) \geq 0 \quad (4.4)$$

$$r^*(v)=R(v) \quad (3.1.1)$$

$$\frac{d}{d} \frac{t}{v} > 0, \quad t(v) > 0 \quad (3.1.5)$$

$$\frac{d}{d} \frac{E}{v} > 0, \quad E(v) > 0 \quad (3.1.6)$$

(4.2) 式は Incentive Compatibility の条件であり、各消費者が正しく自らの選好および需要の生じる確率を顕示することを保証している。(4.4) 式は Individual Rationality の条件であり、消費者が Priority Service から非負の利得を得ることを保証するものである。(3.1.1) 式は各消費者に Spot Pricing の場合と同一の供給信頼度を保証する条件である。(3.1.5) および (3.1.6) は確率的需要に関する IC、IR 条件が恒常的需要に関する IC、IR 条件の十分条件であることを保証するものである。

したがって、これら5つの条件を満たす料金メニューは最適メニューであり、これによって供給される Priority Service は、確率的需要を考慮した場合にも、Spot Pricing と同様の資源配分を生じるのである。

5. 結論

上の諸条件が満たされる最適メニューにおいて、確率的需要に対する基本料金は $\Pr(W_i)t(v)$ であり、これは実際に使用するか否かにかかわらず徴収されるものである。 $\Pr(W_i)t(v)$ は $\Pr(W_i)$ の確率で生じる状況 W_i のもとで生じる需要に対して課される。したがって消費者は、自らの需要が

どんな確率で生じるものなのかを見極めた上で、電力会社に基本料金を支払い、サービス提供を求めることになる。生じる確率が1である恒常的需要に対しては $t(v)$ の基本料金が課されることになる。IC 条件および IR 条件より、消費者は自らの限界効用だけでなく、需要が生じる確率をも合わせて電力会社に正しく申告することを要請されている。

つまり、このような Priority Service を実際に運用するためには、どのような状況がどのような確率で生じるかを消費者が知っているということが前提となっている。一方、この最適メニューと同じ資源配分は Spot Pricing の下でも当然ながら成立する。そして、Spot Pricing の場合には消費者は状況に関する確率を知る必要も、それを電力会社に正しく申告する必要もない。

このことは Priority Service よりも Spot Pricing の方が、モデル上、少ない制約条件の下で最適な資源配分を実現できると言うことを示している。Priority Service を実行に移すには少なくとも理論上、Spot Pricing よりも高いハードルを乗り越える必要がある。

【参考文献】

- [1] Chao, H. & Wilson, R. (1987), "Priority Service: Pricing, Investment, and Market Organization", The American Economic Review, Vol. 77, 899-916
- [2] 伊藤 稯 (1998)、「Priority Service と同一の帰結を生む非均一料金」、横浜商大論集、第 31 巻、第 1.2 合併号
- [3] 松川 勇 (1990)、「プライオリティー・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、調査報告 Y90004
- [4] 松川 勇 (1995)、電気料金の経済分析、日本評論社
- [5] Wilson, R. (1993), "Nonlinear Pricing", Oxford University Press.

(いとう ゆたか
横浜商科大学商学部専任講師)

電気事業におけるパブリックコミュニケーション

—価値観、情報の信頼性、住民参加の影響について—

Public Communication on Business Activities of Electric Utility -Values in 90's, Trust in Information, and Participation Effects-

キーワード:意識調査、価値観、ボイス効果、信頼

土屋 智子

電気事業の円滑な運営には、安定供給の重要性、電源開発の必要性、経営効率化努力などを訴え、一般社会の理解を得ることが必要である。様々な広報、理解促進活動にも関わらず、昨今、電源立地の長期化、苦情処理の増加など、円滑な事業運営を阻害する事象が生じている。本研究では、こうした事象を電気事業に限らず生じている社会全般の問題と捉え、その構造を明らかにすることを目的としている。

本稿では、研究の一段階として、90年代の一般の人々の価値観や環境・エネルギー問題に対する考え方を明らかにするために行った調査の結果を報告する。価値観は5つのグループに分類され、環境・エネルギー問題に対する考えの類似点と相違点が明らかにされた。また、現状の問題点から、理解促進のために必要な情報提供のあり方について検討するとともに、合意形成における「参加」の心理的效果について分析し、電気事業と一般社会との「信頼関係」づくりに資する要件について明らかにした。

1. はじめに
 2. 人々の意識変化とその背景
 3. 価値観に関するアンケート調査の分析結果
 3. 1 多様化した人々
 3. 2 環境エネルギー問題～社会的協調性と科学技術観で異なる考え方～
 3. 3 今後の価値観
 4. 情報の影響力と課題
 5. 参加と合意形成をめぐる課題
 6. おわりに
- 参考文献

1. はじめに

従来、電気事業はエネルギーの安定供給の重要性や経営合理化努力を訴え、電源立地や料金問題に対する一般社会の理解を得る努力を重ねてきた。しかしながら、こうしたパブリック・アクセプタンス活動が一定の成果を達成する一方で、電気事業の論理が通用しがたくなり、電源立地の困難化・長期化や苦情処理に要する人手と時間の増大が従来以上に事業活動を制約し始めている。

同じような状況は電気事業以外にも見られ

る。例えば、政治家や官僚のモラルを問う事件の頻発、住専処理に伴う混乱、一向に効果の上まらない景気対策等は、国家運営の専門家としての政治家や官僚に対する不信感を強め、薬害エイズや動燃問題では専門家集団の倫理や論理への疑問がつけつけられた。こういった事態に対して、原子力政策円卓会議の開催や原子力委員会等政府や関係機関の各種資料の公開、道路審議会におけるパブリック・インボルブメント（住民関与）手法の採用など、国民への情報公開と国民の意見を聴取する機会の増加が図られるようになった。地方

自治体では情報公開条例や住民投票条例の制定が相継いでいる。

これらの動きは、専門家集団による意思決定システムに国民参加による合意形成システムが取り入れられるようになったことの表れと考えられる。この動きは特定の事件や事故によって誘発されたのであろうか。情報公開や住民参加が欧米先進国にほぼ共通した流れであることを考慮すると、こうした変化の背景には、経済的な豊かさや社会の成熟化、高度情報化社会の到来など社会構造の変化とそれに伴う人々の意識変化があると思われる。また、NGOや企業の社会貢献、ボランティアなど、新しい役割と機能を担う主体が登場し、中央と地方、国と企業、国と国民、企業と市民といった社会を構成する各主体の役割や関係が変化しようとしていることも考慮しなければならない。

本研究は、以上のような現状認識の下、電気事業活動への理解促進に対して従来のやり方が通用しがたくなった背景を探り、社会とのよりよい関係づくりのための方策を社会学や社会心理学の知見を踏まえて検討することを目的としている。特に、従来のままでは電気事業活動に対する一般社会の理解の促進や

円滑な業務運営が困難であるとの認識にたち、電気事業側の論理の受容方策ではなく、「電気事業による一般社会の理解、建設的な対話づくり」に資する方策を検討する。

今回は、パブリック・コミュニケーション研究の第一歩として、中国電力経済研究センターと共同で行った意識調査結果を中心に、価値観の多様化、情報の影響力、参加意識の高まりが電気事業活動にどのような影響を与えているかを報告する。また、従来の社会学的分析に加え、社会心理学の知見から社会との関わりにおける留意点を示す。

2. 人々の意識変化とその背景

私たちの考え方、価値判断の基準というものは、生来持っているというのではなく、直接・間接的な経験を通して社会の影響を受けながら形成されている。一方、人々の考え方や行動が社会に影響を与える場合もある。従って、現在の日本人の価値観と日本社会のシステムを理解するためには、価値観と社会との相互作用の歴史を把握する必要がある。

図1は、戦後の日本社会や日本人の変化と経済・エネルギー消費の推移を表したものである。戦後復興の50年代、回復から高度成

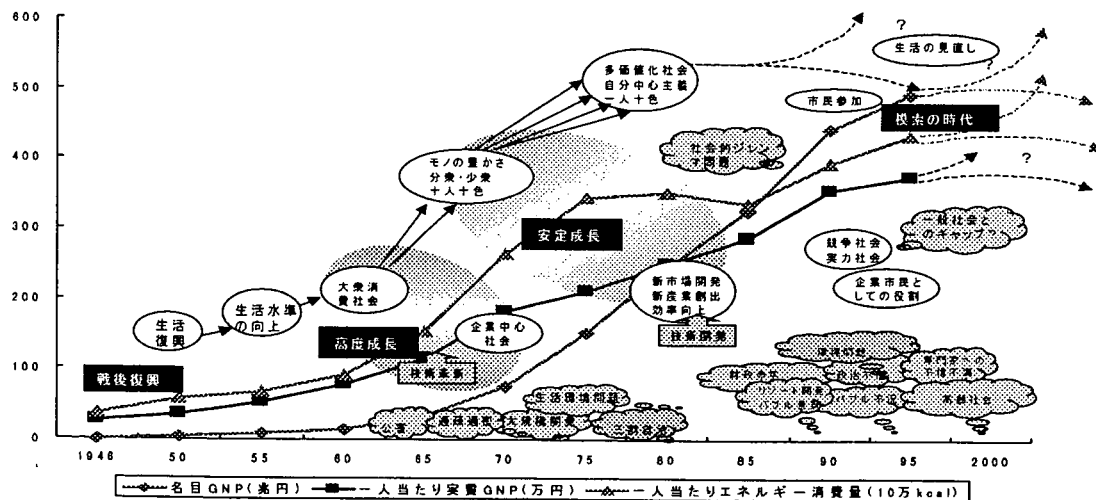


図1 日本社会と人々の意識の変化

長への60年代、公害や都市問題など高度成長型社会の修正を迫られた70年代、経済の好調さの裏で変革を求められた80年代と戦後史を概観してみると、経済成長とともに人々の意識が多様化し、その意識変化に対応して経済社会も変化してきたことがうかがえる。ただし、意識の多様化と社会変化の過程で多くの課題が積み残されてきた。90年代は、先送りされた課題と歪みの中で、日本社会と日本人がその行き方、行く末を模索している時代と捉えられよう。

では、具体的に90年代はどのような特徴をもっているのでしょうか。第一に社会貢献意欲の高まりがあげられる。70年代後半から若者を中心に私生活中心主義が強まり、公共の役割の重要性認識や公共への協力意識を薄れさせてきた。しかし総理府の社会意識調査によれば、「社会に貢献したいと思っている」人は87年に50%を超え、91年以降は約60%に達している。一般の人々の意識の中にも、社会に対して一定の役割を果たすことの重要性が認識されはじめていると考えられる。

第二の特徴は、専門家への疑念と参加意識の高まりである。人々の価値観が多様化することによって、すべての国民のニーズに見合う施策を行うことは不可能になり、施策への不満のみならず、その決定過程や専門家集団への疑念を強めている。情報公開や住民投票の実施を求める声は、国民の不満や疑念の高まりを端的に表したものだといえよう。特に、直接自分の生活に関連のある問題、地域社会の問題に対する関心は高く、自ら決定過程に参加したいという欲求が強まっている。

第三に、科学技術観の変化が大きな影響力をもつと考えられる。かつて科学技術は日本

社会の発展の原動力であり、60年代の公害問題や70年代のエネルギー問題も技術で克服したという経験がある。しかしながら、昨今の環境問題は、科学技術だけでは解決できない、あるいはより一層解決を困難にした事例を示しており、科学技術に対する楽観論は少なくなっている。また、総理府の世論調査によれば、科学技術そのものよりも、それに関わる人や組織に対する信頼性が問われている。

最後に、上記の3つの特徴に共通して関与しているものとして、環境問題への関心の高まりと情報社会の影響がある。図2は統計数理研究所の「日本人の国民性」調査で明らかにされた自然観の変化である。70年代はじめの変化は、公害問題などが広く認識され、自然を含む生活環境への関心が高まった影響と考えられる。また、90年代にはより一層自然を重視する考え方が強まっている。これも80年代後半から地球環境の厳しい現状が報道されたことの影響が少なくないと考えられる。

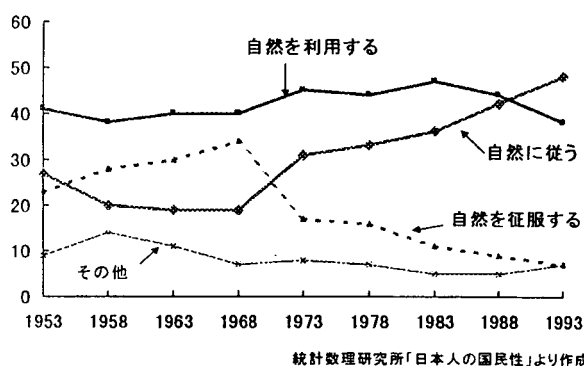


図2 自然と人間との関係

本研究では、以上のような90年代の特徴を踏まえて意識調査を設計し、公共への協力意識や科学技術観等に注目して、価値観多様化の実態を明らかにする。次に、環境問題に対する関心の高さや情報、参加意識の影響について分析し、対立やギャップを解消するた

1 文献 [1] 参照。

めの電気事業の役割を、社会心理学の知見や事例調査、ヒアリング等の結果から検討する。

3. 価値観に関するアンケート調査の分析結果

価値観や科学技術観、情報、参加意識の影響を分析するため、電気事業に関わりの深い環境・エネルギー問題を取り上げ、意識調査を実施した。首都圏（1都3県）と中国地域（広島市、松江市）に在住する20～69歳までの男女を対象として1997年6月に実施し、約1600人から回答を得た²。

3.1 多様化した人々

世代・性別を問わず、「法やルールは社会に応じて変えるべきである」「公共のためでも個人の自由が制限されてはならない」という意見は強く、共通した価値観となっている。若い世代ほど、法や秩序を守ったり、しきたりや道徳に従ったり、公共への協力をすべき

だとする割合は小さく、自己決定や自己主張の傾向も弱い。主体的かつ協力的な高齢者に比較して、若い世代は受け身的で非協力的である。

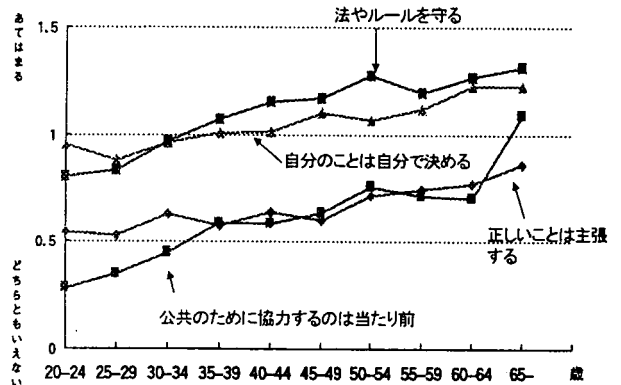


図3 公共への協力意識と自己主張 (年齢別)

しかし、単純に年齢のみで今日の多様化した人々の考え方を捉えることはできない。このため、まず、ライフスタイル項目として設定したや20の設問の回答データに対して因子分析を行った（表1）。

表1 因子負荷量 (バリマックス回転後)

	第1因子	第2因子	第3因子
正しいことは主張する	0.641	-0.219	0.009
善し悪しを明確にする	0.584	-0.337	-0.020
自分のことは自分で決める	0.599	-0.183	-0.006
自分の可能性をためす	0.552	-0.131	0.179
危険に自分で対処できる	0.547	-0.077	0.006
自分らしい生活をする	0.527	-0.134	-0.191
新しい生き方を取り入れる	0.450	-0.134	0.327
しきたり、道徳を守る	0.062	-0.732	0.023
義理・人情を大切にする	0.159	-0.673	0.016
法や秩序を守る	0.270	-0.472	-0.115
公共への協力は当たり前	0.194	-0.386	-0.067
快適な暮らしをする	0.198	-0.018	0.703
質素に暮らす	0.247	-0.198	-0.484
寄与率 (%)	18.42	12.72	7.10

注) 全項目を用いた因子分析において、どの因子においても重要な要素にならなかった項目は除いている。

² ほぼすべての設問について回答には地域差がなかった。統計的に有意といえる差があったのものは、省エネや環境保全に配慮した生活活動（風呂の残り湯を使う、

生ゴミ堆肥化など）、住民活動への現在の参加状況、投票行動である。

その結果、「社会の秩序を大切にするか、個人の自由を重視するか」という社会的協調性の軸、「自分の意見を述べたり、自己決定したりする傾向が強いのか」という自主性の軸、「快適な生活を好むか、質素な暮らしを好むか」という快適性志向の軸を抽出し、これらの価値観軸によって回答者を5つのタイプに分類（クラスター分析）した³。

以下に、5つのタイプの価値観、科学技術観、情報取得態度、政治的態度、社会属性の特徴を示す。また、図4は社会的協調性と自主性の軸で示した各価値観タイプのポジションである。

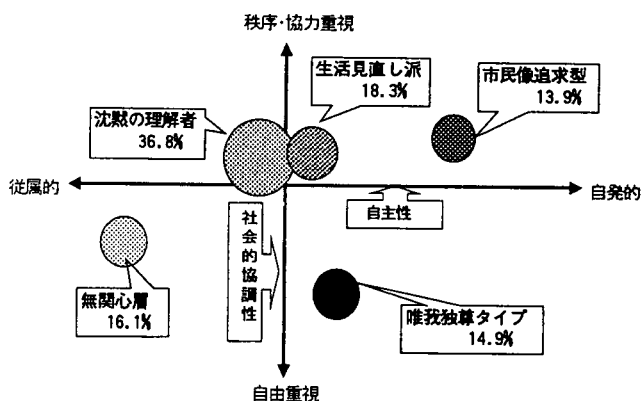


図4 価値観による分類

市民像追求型：14%

秩序や公共への協力を重視する一方で、自分の意見を述べたり、自分のことは自分で決めるといった自主性にも富んだリーダー的存在。環境・エネルギー問題に限らず社会問題全般に関心をもち、情報を積極的に集めようとしている。科学技術に対しては、有用性は認めるものの、不安感も強い方である。投票にもよく行き、専門家の情報への信頼も高い良識派。50代以上の男性、公務員、高所得者の割合が高く、社会属

性的にみても現在の社会的リーダーである。

沈黙の理解者：37%

秩序や公共への協力を重視する方ではあるが、自分の意見を積極的に述べる方ではなく、典型的なサイレント・マジョリティである。快適な生活を好み、科学技術への不安感をもっとも低い科学技術信奉者。情報や政治への関心もほどほどで、おおよそ今の社会システムを妥当と見なしている。3, 40代が中心で、自営業や管理職が多いという特徴がある。電気事業活動にとっても一定の理解を示し、よきサポーターとなってくれる人々である。

生活見直し派：18%

沈黙の理解者との違いは、質素な暮らしを好み、新しいことを取り入れにくい点である。また、科学技術の有用性に疑問をもち、不安感も強く、科学技術不信派といえる。ただし、専門家や情報への信頼感強い。また、投票に行く割合も高く、政治に対する期待が強いと思われる。40代以上の女性が多い。

唯我独尊タイプ：15%

秩序や公共への協力を重んじることはあまりなく、自分の気持ちに忠実に生きることを非常に重視する。科学技術を肯定的にとらえているが、専門家の情報への不信が強い。政治には無関心である。2, 30代の男性、技術者、専門自由業、教師、高学歴の人に多いタイプ。

無関心層：16%

秩序や公共への協力も自主性も弱いグループ。ルールを社会に合わせて変えることをもっとも望まない。保守的というより、社会問題や社会の変革といった事柄に関心が薄いためである。様々な情報や政治への無関心さも顕著であり、投票によって自分の意志を表すことはほとんどない。科学技術についても、有用性も認めず、不安感もないという無関心な態度をとる。若い女性や民間サラリーマンに多い。

³ クラスター分析による分類数は自由に設定できるが、今回はその後の分析の精度を考慮し、ひとつの分類が200サンプル以上になることを基準とした。

3. 2 環境・エネルギー問題 ～社会的協調性と科学技術観で異なる考え方～

エネルギー問題に多少なりとも関心のある人は86%、電磁波問題を除くほとんどの環境問題について80%以上の人が関心を持っている。これは、環境問題に関する世論調査など他の調査よりも高い関心度を示している。また、環境問題の状況に対しては、3分の2が「すでに深刻な問題になっている」、3分の1が「将来深刻な問題になる」と考えている。また、半数が「多少無理をしても、今すぐいろいろな対策を行う」べきだと考えている。最も重要な対策は、環境保全型技術開発の優先(32.5%)、経済活動への制約(23.6%)、家庭生活への規制(18.2%)であり、技術依存の傾向が強い。生活の見直しが重要とした割合は10%程度である。他者依存的な意識を反映して、負担のあり方や対策が進まない原因では経済活動や産業界を批判する意見が多い。ただし、「人々が真剣にとりくまないから」「人々がぜいたくになったから」という意見も40%前後であり、自分の責任を認識しているかどうかは別にして、日常生活における見直しの必要性は認識されているといえよう。政策に対しては、85%の人は、日本の環境・エネルギー政策が遅れていると考え、6割近くは「政策に民意が反映されていない」と感じている。

環境・エネルギー問題に対する考え方を前述の5つの価値観タイプで比較してみると、エネルギー問題への関心が高いのは、「市民像追求型」「沈黙の理解者」「生活見直し派」の秩序や公共への協力を重視する社会的協調性の高いグループとなっている。しかし、エネルギー政策、費用負担、対策の遅れに対する意見、環境問題の深刻さや緊急性の認識についてはタイプ間の違いがない。

もうひとつ統計的にタイプ間で有意な差があったのは、重要な環境政策の選択である。生活の見直しや家庭への規制を重視するのは、科学技術に不安感をもち比較的質素な生活を好む「市民像追求型」と「生活見直し派」、科学技術での解決を重視するのは、科学技術への不安感が小さく、快適な生活を好み、比較的若い世代の多い「唯我独尊タイプ」「沈黙の理解者」「無関心層」で、科学技術への不安感の有無と快適性志向が環境問題の解決方法の選択に影響を与えていることがわかった。

3. 3 今後の価値観変化

5つの価値観が今後社会にどのような影響をもたらすのかを考察してみよう。

まず、高齢化社会の到来は、比較的高齢者の多い「市民像追求型」が社会のリーダーとして活躍する時間を長期化させる可能性がある。つまり、しばらくは電気事業の論理を理解してくれる人々が社会の中心にいると考えられる。しかしながら、世代交代が進まなければ、このタイプは次第に社会の一線から身を引き、その割合も低下していくだろう。

次に、女性の活動領域の拡大によって、女性を中心とする「生活見直し派」がリーダーとなる可能性がある。現在は比較的自己主張をしない人が多いが、より積極的に自分の意見を発信する新しい「生活見直し派」が増える可能性もある。科学技術に不安をもち生活の見直しを重視する人々に対して、科学技術によって現状の生活水準を維持するという論理はあまり説得力がない。このタイプの人々が増えることで、電気事業は一層社会とのコミュニケーション問題に悩まされることになるだろう。

情報発信力の面では「唯我独尊タイプ」の影響力も無視できない。また、高学歴で技術

者なども多いこのタイプの人々は、専門家に対する疑念が強く、専門家の権威をふりかざすコミュニケーションは全く逆効果で、一歩間違えれば豊富な知識を背景に手強い反対派になる可能性がある。「無関心層」は電気事業活動の妨げとなることはないだろう。しかし、彼らが多数派になることによって無責任社会に陥る危険性がある。彼らの関心を高める方策が検討されなければならない。

「沈黙の理解者」は今後どう変化するだろうか。万事に中庸を心掛ける彼らは「市民像追求型」の積極性に同調できないかもしれない。秩序を重んじるため、「唯我独尊タイプ」に同調する可能性は低いだろう。しかし、環境問題のさらなる深刻化によって「生活見直し派」に同調していく可能性は高い。今後は、疑問を持っている人だけでなく、理解者に対しても十分な情報提供・理解促進活動を行わなければならないだろう。

4. 情報の影響力と課題

環境・エネルギー問題に関する情報について複数回答でたずねたところ、90%以上の人々がテレビ・新聞の情報を「役に立つ」と答え、他の情報源の回答率は30%未満であった。回答数を比較してみると、「無関心層」の回答数ももっとも少なく、次いで「唯我独尊タイプ」となっており、エネルギー問題への関心が低い人ほどマスコミ情報に依存している傾向が見られる。逆に、エネルギー問題に関心の高い「市民像追求型」「生活見直し派」「沈黙の理解者」は、テレビ・新聞・雑誌以外に、科学館等の見学や体験学習、環境団体等のミニコミ紙、口コミなどにも有用性を認めている。電気事業の情報提供も、多様な情報源の影響を考慮しつつ、新しいネットワークの活用を考えていくことが必要であろう。

情報取得の態度については性差が顕著であ

る。男性は、報道番組を好み、マスコミ・企業情報を含め自分で情報を探す傾向がある。一方、女性は娯楽番組を好み、家族・友人とのコミュニケーション中心である。これは、企業や社会における男女の役割の差が生み出した違い（ジェンダー・ギャップ）の顕著な例と考えられる。ライフスタイルも情報取得態度と強い相関がある。社会的協調性の高い人は情報を取り入れることに積極的で、情報に対する信頼度も高い。また、自分の意見をはっきり述べる自主性の高い人も積極的に情報を取得しようとしている。

このような特徴から、「市民像追求型」は、環境・エネルギー問題に関する情報を積極的に探索した経験が26.5%と高く、反対に「無関心層」の経験者は8.6%であった。しかし、情報に対する不満にはタイプによる違いはない。不満の中身は、第一に「都合のよいことしか書かれていない」(74%)次に「知りたいことが書かれていない」(67%)「情報が多すぎて判断に困る」(64%)「どこに資料があるのかわからない」(59%)となっており、情報公開の遅れと情報過多時代の問題が指摘されている。

図5は、情報源に対する信頼度を比較したものである。国や大企業の情報はほとんど信頼されていない。この低い信頼度の背景に「都合のよいことしか書かれていない」とい

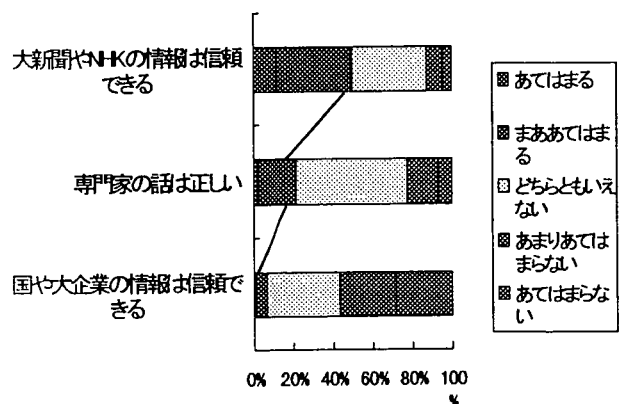


図5 情報に対する信頼度比較

った不満があると考えられる。リスク・コミュニケーションに関する社会心理学研究⁴によれば、送り手の主張に沿った要素のみで構成されたメッセージ（一面提示）と送り手の主張とは反対の要素も含まれたメッセージ（両面提示）の心理的効果を比較した場合、両面提示の方が送り手に対する信頼感が高まり、受け手の態度を変化させる場合もあることが示されている。危険性や事故の可能性など企業にとってマイナスイメージとなる情報を含んだメッセージによって、人々は一層危険だと感じるようになるが、情報伝達者への信頼感は増すという分析結果もある。「都合の悪い」情報を積極的に公開していくことは、長期的にみた社会との良好な関係づくりに欠かせないものといえる。

また、情報過多や検索の困難さの問題は、今後情報化が進む中でますます大きな問題になると思われる。わかりやすい表現や人々の情報ニーズの把握に努めるほか、情報の整理・統合や情報検索支援といった役割も求められるようになる。

最後にマスコミとの関係を考えてみよう。日本のマスコミ報道について改善すべき点が多いことは事実である。しかしながら、社会心理学の研究⁵によれば、人々の判断や行動は、マスメディア以外の情報ネットワーク、特に対人コミュニケーションに依存することが多く、マスコミ報道の判断や行動に及ぼす影響は限定的であり、マスコミ報道の役割は社会で今何が問題となっているかを示す「議題設定効果」であると言われている。

このようなマスコミの影響を考えると、電気事業は、人々の判断や意見の決定に貢献する情報提供に一層努める必要がある。また、

マスコミは多くの人にわかりやすく情報を伝達するという点から、もっと積極的に利用されてもよいであろう。偏った視点での報道を減らすために、マスコミと積極的に対話していくことも必要である。情報提供の多様化、「都合の悪い」情報を含めた積極的な情報提供、マスコミとの関係づくりなど、これからの電気事業には「攻め」の広報が求められているといえよう。

5. 参加と合意形成をめぐる課題

2節で述べた社会貢献意識や参加意識の高まりを受けて、市民による自然保護やリサイクル運動などへの参加・協力・関与に対する関心が高まっている。今回の調査によれば、現在の参加率は20%足らずであるが、将来の参加率は継続と新規の合計で55%であった。現在の活動の中心は、主婦が多く環境意識の高い「生活見直し派」であり、もっとも参加率の低いのは「無関心層」である。将来の活動参加率では「市民像追求型」がもっとも高い。ただし、活動への参加形態としては、「情報提供を受ける」「商品を購入する」がほとんどで、積極的に活動に関わろうとしている人は少ない。欧米のNGO活動は市民によって支えられているものが多く、日本の市民活動が一定の社会的役割を担っていくには多くの問題点が残されていると考えられる。

次に、こうした参加意識が今後の社会にどのような影響を与えるかについて分析した。

公正観に関連した社会心理学研究では、人々が決定プロセスに関わる程度が大きいほど、自分にとって不利な結果を受け入れ易くなるという行動が観察され、「ボイス効果」あるいは「手続き的公正」として注目されている⁶。発電所や廃棄物処理場など必要だと分かっているにもかかわらず「自分の家の近くはいやだ(not in my backyard)」というNIMBY

⁴ 文献 [2] 参照。

⁵ 文献 [3]

問題を解決するには、自分にとって不利な結果を受け入れる人を増やすことが必要である。今回の調査では、ゴミ発電所の立地問題を取り上げ、ボイス効果の有無と効果を左右する条件を調べた。

まず、ゴミ発電所には77%が賛成するものの、自宅近くへの建設に賛成する割合は25%程度で、明らかにNIMBY問題となっている。この反応はゴミ発電所について知識があったかどうか依存しない。しかし、公共への協力意識の強い「市民像追求型」は自宅近くへの建設に賛成する割合がもっとも高い。回帰分析をしてみると、自宅近くへの建設に反対し、NIMBY問題を引き起こしやすいのは、若い人や女性、社会的協調性、科学技術の有用感、自主性、情報信頼度が低いという特徴をもっていることが判った。

このNIMBY問題を解決するための望ましい決定方法としては、「できるだけ多くの住民の意見を聞いて決める」(84.4%)が「住民投票で決める」(54.8%)を上回り、幅広い参加と意見表明の機会が求められている。住民投票がもっとも望ましい決定方法として選ばれなかったことから、人々は多数決とい

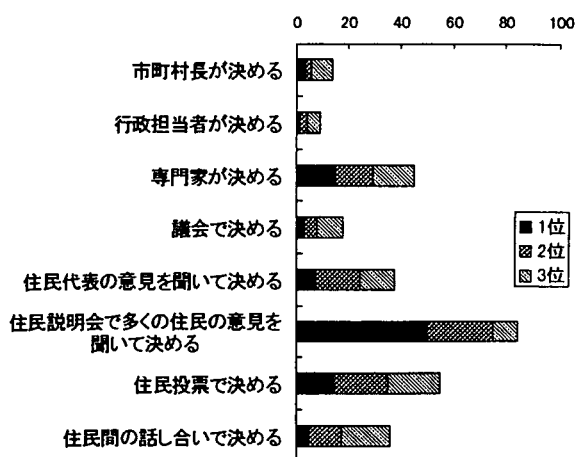


図6 ゴミ発電所建設地の望ましい決め方

6 文献 [4]

う結果の明確さではなく、少数意見にも耳を傾けるプロセスを民主的でより公正な方法と感じていると考えられる(図6)。

望ましい市民参加の段階については、55.5%が「建設の是非」というもっとも初期の段階からの参加を求めている。これも、従来の日本的決定プロセスではほとんど行われてこなかったことである。ただし、自分が参加する段階となると話は別で、候補地選定や建設地選定といった具体的な問題が生じてから関与することが望まれている。

最後に、望ましい決め方と望ましい住民参加後に自宅近くの建設を受け入れられるかどうかをたずねたところ、建設賛成派が4割まで増加した(図7)。つまり、約2割の人々が参加によって意見を変えており、ボイス効果を示している。

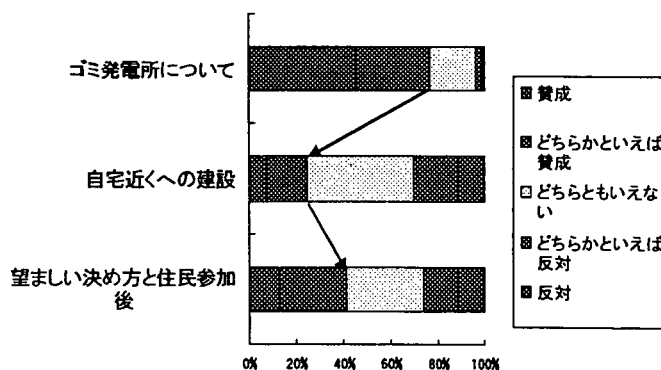


図7 ゴミ発電所建設に対する賛否

しかし、意見聴取機会の増加や市民参加など手間と時間をかけても賛成意見は2割増でしかなく、賛成派は半数を超えていない。この結果からもわかるように、参加は必要条件であって十分条件ではない。ゴミ発電所について言えば、7割以上の人々が環境対策について心配している。合意形成には、デメリットを軽減する、あるいはリスクやコストを補償する方法が最終的な要素として重要であり、その方策の妥当性も人々の意見を左右すると考えられる。

また、参加が効果のない場合や逆効果になる場合もある。今回の場合、約8~9%の人は参加後に反対の意志を明らかにしている。ボイス効果の研究でも逆効果の要因が検討されており、手続き的公正の判断基準として、一貫性（関係する人々が平等に扱われているか）、情報の正確さ、修正可能性、代表性（影響を受ける人々の主要な集団の関心や価値観が反映されているか）、倫理性（倫理や道徳の個人的基準に合致しているか）があげられている。裁定者への信頼感なども人々の公正判断や結果に対する満足感に影響を与えるため、個々の事例や社会状況によって、手続き的公正を判断するための重要な要素は様々だと考えられている。

図8は、価値観タイプ別の賛成割合の変化を示したものである。さらに、ゴミ発電所に賛成する人のうち、自宅近くの建設に対して賛成しなかった人の割合をNIMBY度、望ましい決め方と望ましい住民参加によって増加した賛成割合をボイス効果として示している。これをみると、NIMBY度が高いのは、無関心層、唯我独尊タイプ、沈黙の理解者であり、ボイス効果が高いのは、唯我独尊タイプと無関心層である。これらの結果から、NIMBY問題を生じさせやすい人々やボイス

効果の強い人々には価値観タイプの分類に関係する要因が関わっていると考えられる。

合意形成への第一歩としては、相対的にNIMBY度の高い無関心層、唯我独尊タイプ、沈黙の理解者への対応が重要となる。このうち、唯我独尊タイプはボイス効果も高く、参加の仕組みをつくって発言の機会を与えることが有効と考えられる。ただし、市民参加に対する彼らの意見としては、「できるだけ早い段階からの参加が望ましいが、自分が参加する必要性はあまり感じていない」というものであることから、仕組みの明確さ、プロセスの透明性確保が重要と考えられる。

無関心層と沈黙の理解者については、自らの意見をあまり表明しない傾向があることから、彼らの関心をいかに高めるかが重要となろう。沈黙の理解者のボイス効果が最も低い点については、慎重に検討する必要がある。彼らの社会的協調性の高さやボイス効果の低さとの矛盾は、国や事業者、科学技術に対して、彼らが常によきサポーターであるとは限らないことを示しているのではなかろうか。沈黙の理解者は、自分の身近な問題になった場合、どのような態度をとるか不確定であり、最も接し方の難しい人々であると考えられる。

ゴミ発電所に対する賛否の回帰分析によれ

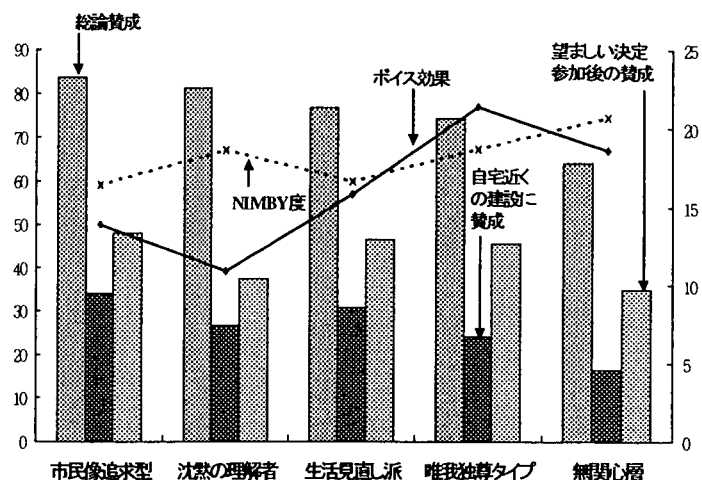


図8 価値観タイプ別ゴミ発電所建設に対する賛成割合

ば、ゴミ発電所についてよく知っているほど、また社会的協調性が高く、科学技術を有用と考えるほど賛成するという結果が得られており、社会的協調性と科学技術の有用性が高い市民像追求型と沈黙の理解者の総論賛成が多くなっていることに一致している。ただし、平均して7~8割が賛成していることから、ゴミ発電所に対する意見は、何らかの要因によって左右されるというよりも、ほとんどの人が賛成すると解釈することが妥当である。様々な調査項目とゴミ発電所に対する賛否とのクロス集計をみてみると、情報に対する信頼度が高いほど賛成割合が高かった。中でも、国や大企業の情報への不信任は、総論としてのゴミ発電にさえ反対する人々の特徴であった(図9)。

に対する賛否に加え、科学技術は悪用・誤用されるという不安をもっている人や「家庭を大事にする」「快適な暮らしをする」傾向の強い人が各論反対へ変化しやすいことがわかった。

最後に望ましい決定方法と望ましい住民参加後の賛否について、数量化2類を用いて賛否を左右する要因を分析した。これまで同様、最終的な賛否にも、それ以前の意見(この場合は自宅近くへの建設に対する賛否とゴミ発電所への賛否)が影響を与えている。さらに、「生活の利便性が高まる」「人間の健康にとってプラス」という科学技術の有用性、エネルギー問題への関心、「公共への協力は当たり前」とする社会的協調性の構成項目、「自分らしい生活をする」という自主性の構成項目、「快適な暮らしをする」という快適志向が関連していることがわかった。この判別関数の中率は75%を越えていることから、基本的なゴミ発電に対する態度に加えて、科学技術観や社会的な問題への関心、価値観が、住民参加の効果を左右する要因と考えられる。

以上の分析結果は、現実の合意形成問題においてどのように取り扱われればよいのであろうか。本研究では、ゴミ処理場などいわゆる迷惑施設の立地に関する事例について文献およびヒアリング調査を行った。この中には、一度住民の強い反対によって建設計画が頓挫したものの、住民参加によって最終的な建設・稼動に至った事例⁷が含まれている。これらの事例研究と分析結果から、問題を紛糾させないための要件を考えてみよう。

第一に、NIMBY問題を引き起こさない前提として、情報信頼度を高めることが重要である。住民が最初に反対するのは「寝耳に水」的決定である。住民が施設の必要性を十分認

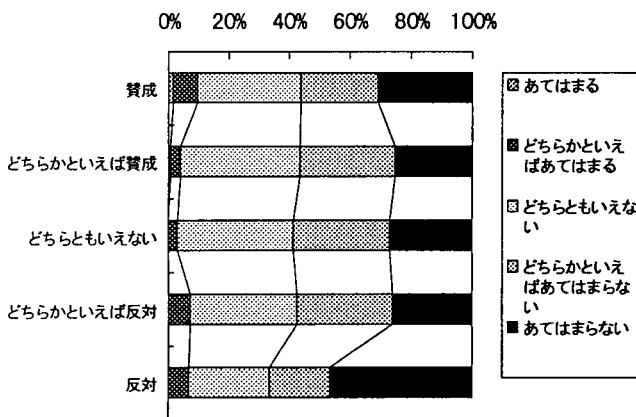


図9 ゴミ発電への賛否別 国や大企業の情報に対する信頼

自宅近くへの建設に対する賛否の場合には、ゴミ発電に対する賛否の他に、エネルギー問題への関心や情報関心度が低いほど、科学技術への不安感があるほど反対する傾向が強いという結果を得た。しかし、定数項が非常に大きなt値を示しており、特に理由がなくても、自宅近くの建設には多くの人が反対するという現実を示している。また、総論賛成から各論反対へ意見が変化したか否かのデータを数量化2類によって分析すると、ゴミ発電

⁷ 文献 [5]

識している場合においてさえ、突然の立地点決定は強い反対の源になっている。ゴミ発電所の場合では、国や大企業の情報に不信感を強くもっている人ほど最初から強い反対の態度を示していた。立地点の決定に限らず、日常の情報提供における信頼の向上が重要である。住民参加を成功させた事例では、行政側が審議過程などを積極的に情報を提供するとともに、担当者自身も「裏切らない、隠さない、嘘をつかない」という信頼づくりに心掛けている。

第二には、市民が十分な情報を得て自分の意見をもったり判断力を備えたりするための支援策、例えば見学会や先進事例の視察などが有効である。ゴミ発電所の場合であれば、エネルギー問題への関心や社会的協調性などが賛否を左右する要因となっていたように、住民自身が住民自身の問題として考えるような環境づくりが必要である。また、住民の意見表明の機会や早い段階からの参加が望まれていることから、事業の是非や建設地選定といった早い段階から住民参加を取り入れることによって、住民の自覚を促すことができるであろう。住民参加事例では、建設候補地の比較評価を住民委員会が行っていることもあって、施設ができることによるメリットもデメリットも明らかにされ、情報信頼度と住民の判断力の向上に役立った。

第三に、直接参加による意見の反映が十分なされたと、住民自身が納得するプロセスを実施することが必要である。住民委員会をつくり、住民説明会を繰り返しても、意見が何ら反映されないという状況になると、ますます事業主体と住民との関係は悪化しかねない。住民参加事例では、市民委員会の役割、委員の選定から住民を交えて取り組んだり、市民委員会の決定に市長も市議会も従う旨の事前了解を得ていたり、「隠れ蓑の市民参加」に

ならないように努めている。

以上のように、現実の合意形成問題では、単に参加の機会を増やすだけでなく、住民の関心を高める努力や行政側の意識改革も必要となってくる。また、住民参加事例では、最初の計画を白紙に戻して様々な選択肢を検討することから再出発している。施設建設による影響範囲が限定されており、住民が自分の問題として認識しやすく、行政側にとっても説得すべき住民の数が限られている事例でもあった。つまり、選択肢の提示や住民意見の反映が可能であること、問題の影響範囲が限定されていることなど、住民参加が成功に至る条件があると思われる

日本における住民参加は始まったばかりであり、参加の効果についても社会心理学分野の研究が待たれるところである。当所では、地域共生方策のひとつと位置づけ、事例研究を中心に、その有効性と課題、電気事業活動への適用可能性を今後検討していきたいと考えている。

6. おわりに

これまで、現在の人々の価値観の特徴と環境・エネルギー問題に対する考え方、情報の影響力、参加の効果について分析し、社会との信頼関係づくりのためには、電気事業側が情報公開や住民参加などを通して市民の中へ積極的に入っていくことを提案してきた。市民との関係づくりで第一線にたち最も重要な役割を果たすのは、一人一人の社員であり、社員の意欲を高める方策も検討課題となろう。

今後は、情報が人々の意思決定にどのような影響を与えているかを明らかにするため、情報環境とプロセスに関する研究を進める予定である。この研究によって、電気事業の効果的な情報提供のあり方を提案したいと考えている。

謝辞

本報告の主要部分をなす調査とその分析は、中国電力株式会社経済研究センターとの共同で行われたものであり、調査実施に向けて多大な協力を頂くと共に、分析の過程では有益な議論に多くの時間を費やして頂いた。また、共同研究者である大河原透上席研究員、山本公夫上席研究員、蟻生俊夫主任研究員の協力なくして、この研究は為し得なかった。ここに記して深く感謝したい。

【参考文献】

- [1] 千石保『まじめの崩壊—平成日本の若者たち』サイマル出版会、1991年。
- [2] 木下富雄「科学技術と人間の共生—リスク・コミュニケーションの思想と技術」有福考岳編著『環境としての自然・社会・文化』京都大学学術出版会、1997年。
- [3] 池田謙一、村田光二『こころと社会 認知社会心理学への招待』東京大学出版会、

1991年。

- [4] E. アラン・リンド&トム・R. タイラー著、菅原郁夫・大淵憲一訳『フェアネスと手続きの社会心理学—裁判、政治、組織への応用—』ブレーン出版、1988年。
- [5] 屋井鉄雄他「欧米諸国の合意形成への取組みと運用事例」都市計画 210、1997年、Vol. 46, No. 5。
- [6] 中国電力株式会社経済研究センター「経済調査月報」1997年5月号、No. 275。
- [7] 統計数理研究所「国民性の研究 第9回全国調査—1993年全国調査—」統計数理研究所研究レポート75、1994年。
- [8] 天野勝文ほか編『岐路に立つ日本のジャーナリズム』日本評論社、1996年。
- [9] 寄本勝美『自治の現場と「参加」—住民協働の地方自治』学陽書房、1989年。
- [10] 寄本勝美編著『自治体・地域の環境戦略 第7巻 地球環境時代の市民、企業そして行政』ぎょうせい、1994年。

(つちや ともこ
電力中央研究所 経済社会研究所)

太陽光発電普及下におけるピークカット効果分析

Effects of Highly Penetration of PV system for Electricity Supply Configuration

キーワード：太陽光発電、ピークカット、負荷率、kW 価値

今村 栄一、内山 洋司

これまで著者らは太陽光発電（PV）システムの普及拡大のための方策について検討を行ってきたが、PV 普及の拡大による影響についての分析はまだまだ十分に行われていない。本論文では電力需要の負荷率に着目し PV 普及の影響についてシミュレーション分析と最適分析により評価を行った。将来の負荷率については、人口分布やライフスタイルの変化など種々の社会条件により変化することも考えられるが、本論文では PV システム未導入時の負荷曲線を現状の相似拡大として取り扱うことで、PV システム導入が負荷率に与える影響を明らかにした。

シミュレーション分析の結果、PV が大量に導入された場合、年負荷は大きく改善されるものの、季節により日負荷率の改善効果に大きな違いが生じ、特に冬期では PV 導入により日負荷率の改善が見込めない事が明らかとなった。また、普及過程を考慮した負荷率への影響では PV 普及を加速する施策が実施された場合には普及過程の初期時期から冬期の負荷率の悪化が顕著となり、2005 年頃から急激に負荷率は悪化する。一方、中間期において急激に負荷率が改善されるもの、中間期の負荷率も、PV の普及が 12GWp を超える 2020 年頃から悪化に転じるため、年負荷率の改善傾向は鈍化するが、夏期の負荷率と年負荷率は評価期間中を通じて常に改善することができる事が明らかとなった。また、最大 3 日負荷に対する負荷率改善効果がもっとも期待できる PV 導入量は導入規模 15GWp 程度であることが明らかとなった。

1. はじめに
2. PV 導入によるピークカット効果
 2. 1 分析の前提条件
 2. 2 PV 導入による日負荷への影響
 2. 3 PV 導入による負荷率への影響
 2. 4 最大 3 日平均負荷に与える影響
3. 普及過程における負荷率改善効果
 3. 1 基本ケースにおける負荷率改善
 3. 2 普及促進ケースにおける負荷率改善
4. おわりに

1. はじめに

近年、地球環境問題の顕在化から、再生可能エネルギーを中心とした分散型電源システムの導入が期待されている。特に、運転に際して化石燃料を消費しない太陽光発電システムには大きな期待がよせられている。我が国においても、政府が 2010 年には 460 万 kW の太陽光発電（PV）システムを導入する目標を掲げており、普及に大きな期待が持たれている。

著者らはこれまでに PV システムについて

ミクロ・マクロ両面から検討 [1][2] を行い、我が国の PV システムの我が国における賦存量と普及拡大の可能性について分析を行った。一方、既存の電力供給利用システムにおいて、今後普及拡大する PV システムが各種電源とどのように協調できるのかについては分析はあまり行われていない。特に、電気事業において大きな課題である負荷率の改善に対して、各種分散型電源の導入が与える影響についての分析は行われていない。

本報告では、PV 導入による負荷率の改善効果について検討を行い、PV 普及による電

源計画への影響について年間と季節毎の負荷率がPV導入によってどのような影響を受けるかについてシミュレーション分析を行った。

2. PV導入によるピークカット効果

2.1 分析の前提条件

普及規模が達成できた場合にピークカットがどの程度行えるかについて予備的評価を行う。予備解析の前提条件として用いる将来のエネルギー需要は資源エネルギー庁（エネ庁）の予測値を用いた。エネ庁の予測では2010年における我が国におけるエネルギー需要は約1,000TWhと見込まれている。2010年以降のエネルギー需要の伸びについては不確定要素が大きい、エネ庁の予測を単純に外挿し、2030年で1,230TWhと想定した。また、将来の負荷率については、人口分布やライフスタイルの変化など種々の社会条件により変化することも考えられるが、本論文では、将来の負荷率を変化させる要因のうち、太陽光発電システムの導入による影響を明らかにする事を目的としている。したがって、PV導入が導入されない場合には将来の負荷率は変化しない（将来の負荷曲線は現状の相似拡大として取り扱う）ものとして、将来の日負荷曲線を想定した。また、日射データについては気象台のおかれている全国25地点のデー

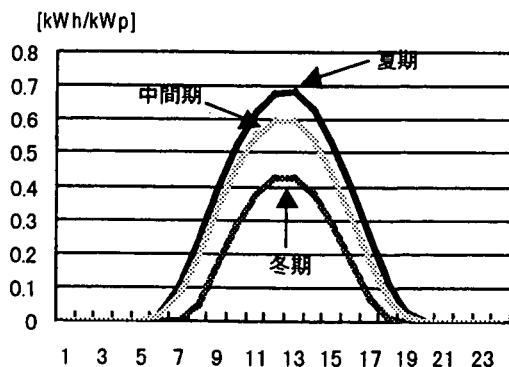


図1 時刻別PV平均発電量

タを地点毎に5ヶ年の平均を求め、さらに全国平均を求めて用いた（図1）。

2.2 PV導入による日負荷への影響

まず、PV導入により日負荷曲線がどのように変化するかについて検討を行う。著者らはこれまでにPV普及規模について分析を行ってきている。表1にはこれまでに行った普及規模の分析結果を引用する。PVシステムでもっとも大きなポテンシャルを持つのは低圧連系型のシステムとなり、全体の約60%を占める。10kWp^(注1)以上のシステムを設置するために十分な用地ないし建物の大きさを持つ需要家でも、低圧電灯または低圧電力で料金契約をしている場合は多い。このような需要家が10kWp以上のシステムを設置するには高圧電力の契約と受電設備の設置が必要となるため、10kWp以下の低圧連携システムとなる。これら設置形態別のPVシステムのうち、負荷曲線に影響を与えるのは系統連系型のシステムであり、現実的に設置可能

表1 PVシステムの普及規模（出典：[1]）

設置形態	究極普及規模 [GWp]	最大普及規模 [GWp]
門灯・灯標	0.24 (0%)	0.01 (0%)
無線機等	0.23 (0%)	0.03 (0%)
農事用システム	59.18 (5%)	6.42 (14%)
低圧連系システム	248.48 (22%)	27.45 (59%)
高圧連系システム	740.16 (67%)	9.79 (21%)
独立型電源	57.35 (5%)	2.89 (6%)
合計	1,105.65	46.58

(注1) Wp:自然光の分光放射分布 (AM:エアマス-1.5) と呼ばれる光を1kW/m²入射したときに発電できる量。曇りの日など、日射条件が悪い場合などにもこの出力が得られるわけではない。

な最大普及規模^(注2)は約37.2GWpとなる。

図2には2030年の最大3日日負荷曲線とその時点で系統連系型PVシステムの最大導入規模である37.2GWpのPVシステムが導入された場合の負荷曲線を示す。

夏期(7月~9月)には最大負荷は15時後に発生しているが、PV出力は13時前後に最大の電力を発生する。このため、13時前後

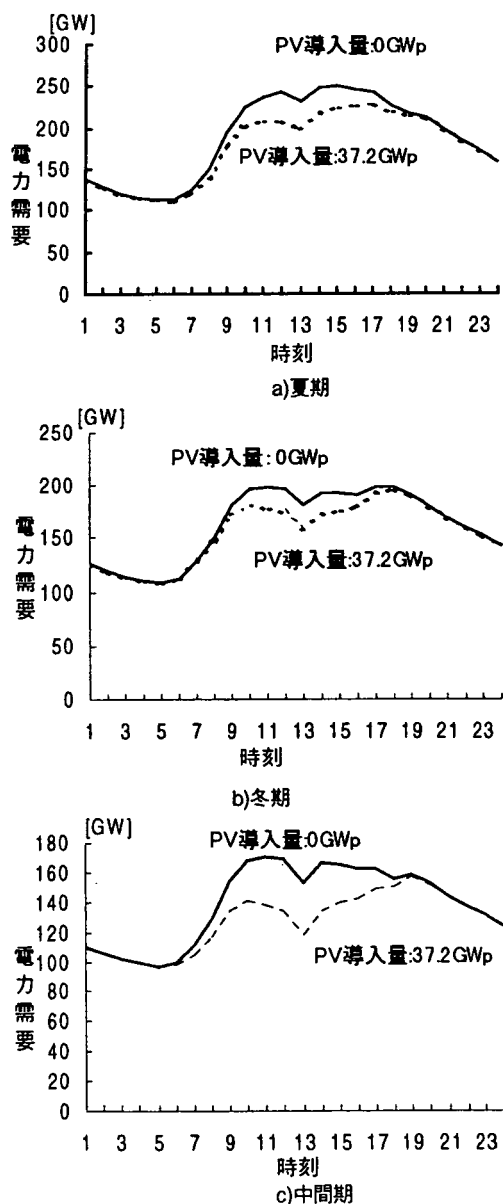


図2 PV導入による日負荷曲線への影響

(注2) 最大普及規模 (Maximum Potencial) とは立地制約を考慮した上で、設置できる最大のシステム量をさす。一方、究極普及規模 (Ultimate Potencial) とは立地上の制約を無視して設置できる最大のシステム量をさす。

の需要が大きく落ち込むとともに、PV発電量が比較的大きい15時前後の負荷も低下する。一方、17時前後には電力需要は240GW程度あるにもかかわらずPVによる発電はあまり期待できない。したがって、PVの出力が最大になる時刻と電力需要のピーク時刻の違いにより、系統連系型PVシステムの最大導入規模37.2GWpのPVシステムが導入された場合、日最大負荷発生時刻が15時から17時にシフトする。

一方、冬期(12月、1月、2月)の日負荷の特徴として、朝と夕刻に大きな負荷が発生し、13時ごろに需要が落ち込むものの、日中は比較的一定の負荷パターンを示す。つまり、冬期の負荷パターンは夏期ほど先鋭化していないほか、冬期には日負荷ピークが午前中の11時に発生している(199.0GW)。一方、PVは11時ごろから発電が大きく立ち上がり、夏期と同じく13時に最大となり、午前中の負荷を大きく減少する。しかしながら、夕刻の需要が最大となる18時頃(198.5GW)には、PV発電出力は0.03kWh/kWpとなり、PVによる発電はほとんど期待できない。このため、PVシステムが37.2GWp導入された場合、PVシステムの発電量が大きい13時ごろの負荷が大きく落ち込むとともに、電力需要のピークの11時台も需要が大きく減少するため、PVの大量導入により冬期の負荷曲線は先鋭化する。したがって、冬期においては、負荷特性は改善されず、むしろ悪化する。

中間期(3月~6月、10月、11月)におけるPVシステムによる発電が最大となる時刻は季節による違いはなく13時であるが、太陽高度の関係からわずかではあるが日射パターンが午前中にシフトする。一方、中間期における日負荷の特徴は、最大負荷が冬期と同じく11時に発生するが、午後は負荷が緩や

かに減少する傾向がある。また、中間期には夏期に比べてPVの平均発電量で13%程度、ピーク出力で17%程度減少するが、電力最大負荷は夏期に250GWであったものが、中間期には170GWとなり、32%減少する。このため、PVの導入による日負荷の低減効果は大きい。しかしながら、冬期と同じく、160GW程度の負荷のある18時前後の時間帯にPVが発電できる電力は極めて小さいため、37.2GWpのPVシステムが導入された場合には中間期の日ピークは11時から19時にシフトする。

2.3 PV導入による負荷率への影響

PVシステムの導入量と年負荷率の関係を需要規模毎に図3に示す。ここで、年間電力需要820TWhは1995年のデータであり、年間電力需要1000TWhはエネルギー庁の需要想定における需要を示す。また、年間電力需要1230TWhはエネルギー庁の需要想定を外挿して得られた2030年の需要における負荷率の変化を表す。

図3で示す年負荷率の変化からはPVの導入が年負荷率の改善に効果があることが示されている。つまり、夏期における良好な日射により夏期の需要が下がるため年負荷ピークが下げることができる。このため、PV導入は年負荷の平準化に貢献している。しかしながら、年間電力需要の差による影響は大き

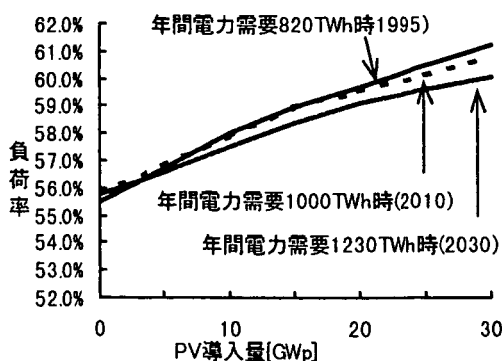


図3 PV導入による年負荷率への影響

くなく、30GWpのPV導入により年間需要820TWhの場合で年負荷率は62%まで改善するが、年間電力需要1230TWhの場合でも60%まで年負荷率は改善する。PV導入による効果として、PV導入規模が30GWpの場合ではPVシステムは年負荷率を4.5ポイント~6ポイント改善するkWh価値を持つといえる。

次に季節毎の平均需要と平均日射をもちいてPV導入が日負荷率にどのような影響を与えるかについて検討を行う。

季節毎の日負荷率を見るとPV導入による日負荷率の改善効果は年負荷率ほど単純に期待できない。まず、夏期においてはPVシステムの導入を促進することで、導入規模とともに負荷率は改善され(図4-b)、10GWp~15GWp程度で負荷率は最大となる。負荷率の改善効果が最大となる規模は年間需要が820TWhの場合に10GWp程度となり、需要が大きくなった場合には15GWp程度となる。年間電力需要820TWh時で74.9%から約1.9ポイント程度改善される。また、負荷率が最大となった導入規模以上にPV導入を行うと負荷率改善効果が緩やかに低下し、30GWp導入時には負荷率が最大の場合に比べて、0.1ポイントほど低下する。しかしながら、30GWpのPV導入であってもPVが導入されない場合に比べて、1.2ポイント程度の負荷率は改善される。

一方、冬期においては図4-b)に示すように電力需要の規模によらずPV導入により負荷率を改善する事はできない。PV導入量が30GWpとなった場合には、負荷率は約84%から約81%に低下し、最大で3ポイント程度悪化する。しかしながら、年間電力需要が1200TWhの程度の場合には負荷率の悪化は2ポイント程度にとどまるため、大量のPVシステムが導入された場合でも電力需要

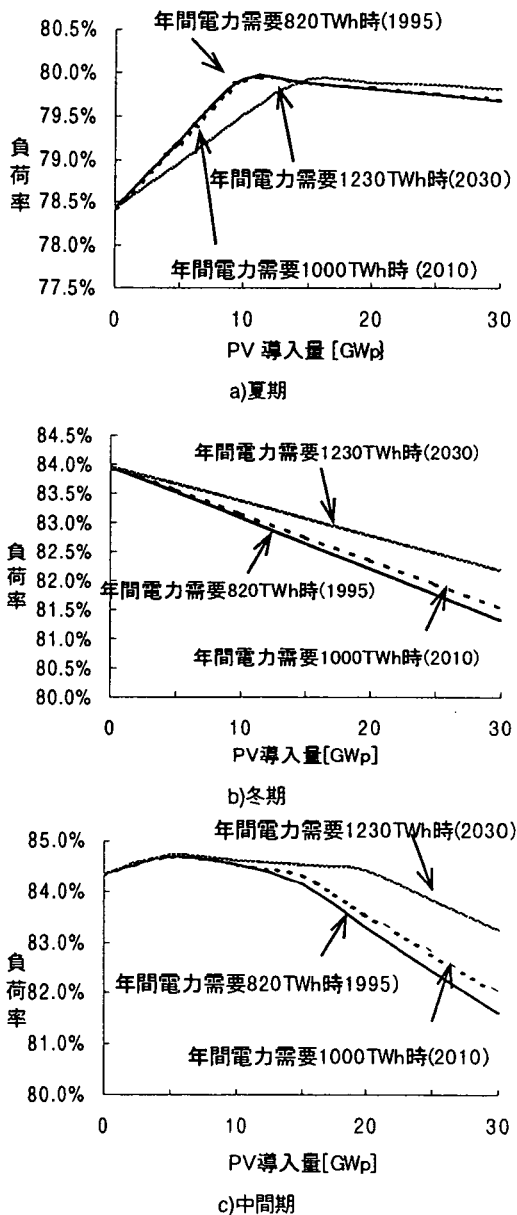


図4 PV導入による負荷率への影響
(平均負荷に対する影響)

が伸びた場合には負荷率の悪化をある程度は抑制する事ができる。

中間期においては夏期と同様に PV 導入により日負荷率改善効果が見込めるが、PV の導入規模により負荷率は夏期以上に大きく変化する。図 4-c) では PV 導入量が 5GWp で日負荷率改善効果が最大となることが示されている。しかしながら、負荷率の改善は最大で 0.5 ポイント程度しか期待できない。ま

た、年間電力需要が 1000 TWh 以下の合には PV 導入量が 5GWp を超えたあたりから急激に負荷率がさがり、10GWp の PV 導入量で、PV 未導入時とほぼ同じ負荷率になる。また、PV 導入量 30GWp 時の負荷率は PV システムを導入しない場合よりも最大で 3.5 ポイント下回る。しかしながら、年間電力需要が伸びて 1230 TWh となった場合には PV 導入量が大きくなっても負荷率の落ち込みは大きくない。また、PV 導入が 5GWp~15 GWp では負荷率はあまり大きく変化しない傾向が生じる。また、20GWp 程度の PV 導入で負荷率は PV を導入しない場合とほぼ同じ負荷率となる。

2. 4 最大 3 日平均負荷に与える影響

前節では季節中の平均電力需要、平均日射を用いて検討を行ったが、本説では最大 3 日平均負荷と日射を用いて PV 導入が負荷率にあたる影響について検討を行う。電力設備計画に際しては最大 3 日平均負荷を用いて決定することから、最大 3 日平均負荷を用いての検討は PV システムの kW 価値の判断基準として利用できる。ここで、年間電力需要については前節と同じように想定した。

最大 3 日平均負荷と日射を用いて検討した結果を図 5 に示す。平均負荷を用いた検討では PV 導入による負荷率改善効果は 1.5 ポイント程度であったが、夏期最大 3 日平均負荷に対する検討では負荷率は 74.9% から 76.8% となり、最大で 1.9 ポイント程度の改善が見込める。つまり、夏期の電源としては適切な規模の PV 導入には負荷率を 1.9 ポイントほど改善するだけの kW 価値があると考えられることができる。ただし、PV システムの導入がある程度以上になると負荷率の改善効果は頭打ちとなり、PV 導入量の増加とともに徐々に日負荷率が低下するといった傾向は最

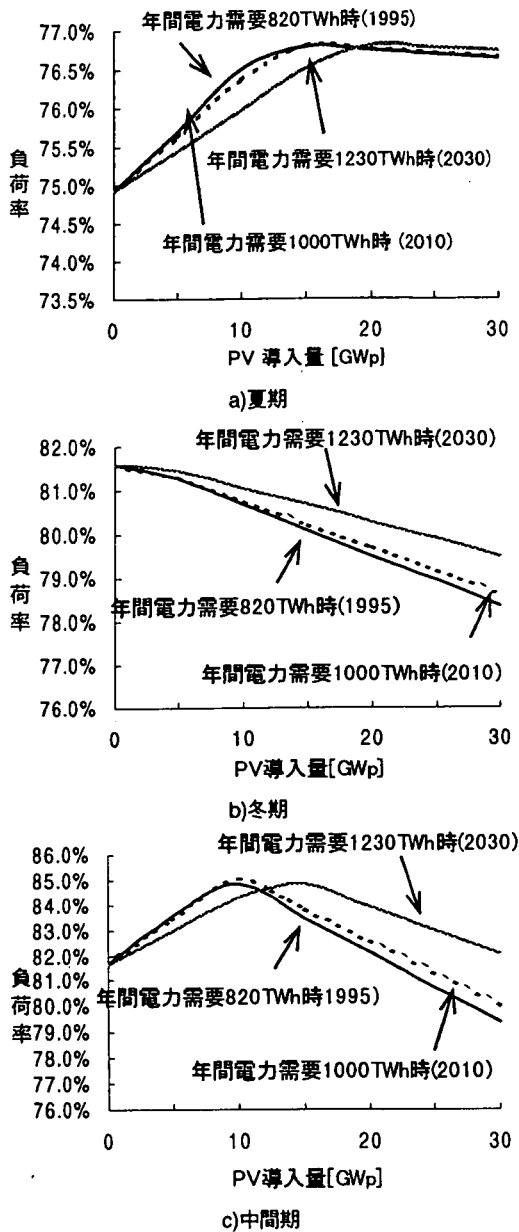


図5 PV導入による負荷率への影響
(最大3日負荷に対する影響)

大3日負荷に対する検討においても平均負荷に対する検討においてもおおきな違いはない。ただし、負荷率改善効果をもっとも期待できるPV導入量については平均負荷に対する検討で導入規模10MWp程度で改善効果が最大となっていたが、最大3日負荷にたいする検討では導入規模15GWp程度と、5GWp程度大きくなっている。また、最大3日平均負荷を用いて検討した場合、平均負荷に対す

る検討よりも負荷率の改善が最大になる点以上にPVを導入した場合の負荷率の低下傾向は顕著に表れない。また、負荷率の点からのPV導入によるkW価値は15GWp~20GWp程度までは期待できるがそれ以上ではkWh価値のみとなると考えることができる。

一方、冬期においては平均負荷に対する検討と違いがなく、電力需要の規模によらず負荷率を改善する事はできない。また、PV導入量30GWpにおける負荷率の悪化も4ポイント悪化する点でも違いはない。したがって、PVシステムに冬期におけるkW価値を求めることは難しく、kWh価値のみを期待することしかできない。また、PV導入量が5GWp程度で負荷率悪化の傾向が変化するが、これはPV導入量5GWp程度で日ピーク発生時刻が11時から18時にシフトした事による。

最大3日平均負荷に対するPV導入の影響と平均負荷に対するPV導入影響でもっとも大きな違いが生じるのが中間期である。平均負荷に対する検討では電力需要規模が大きい場合にはPV導入が5GWp~15GWpであまり変化しない傾向があったが、中間期最大3日負荷では負荷率に対する影響は完全な凸型の傾向を示す。年間電力需要が1000TWh以下ではPV導入の規模が10GWp程度でもっとも大きな負荷率の改善が期待でき、日負荷率は3ポイントほど改善される。年間需要1200TWhのときには負荷率改善の効果が最大となるのは15GWp程度である。一方、年間電力需要が1000TWh以下では日負荷率の改善が期待できるのはPV導入量20GWp程度までで、PVシステムが30GWp程度導入されると日負荷率はPV未導入時に比べ2ポイント程度悪化する。しかしながら、年間需要が1200TWh程度あれば、30GWpのPV導入では負荷率が大きく悪化すること

もないが改選する効果も期待できない。また、年間需要が1200TWhであってもPVシステムが30GWp以上導入された場合には日負荷率は冬期と同じく単純に悪化する。

3. 普及過程における負荷率改善効果

前章では電力需要規模とPV導入規模との関係について検討を行った。一方、これまで著者らはPVシステムの導入規模・導入過程について分析を行い、種々の普及促進策の影響について評価を行っている^[1]。本章では太陽光発電システムの普及過程が負荷率の改善にどのような影響を与えるかについて検討を行う。表2にはこれまでに行った普及分析を引用する。

引用した普及分析の結果からは基本ケースで2030年に5.3GWpの普及が見込めるほか、普及促進ケースでは2010年に現在の政府目標である4.6GWpには及ばないものの、新工法によるコスト低減と導入助成の上積みにより3.1GWpの普及が見込めることが明らかとなっている。ここでは表1に示す普及過程において負荷率がどのような影響を受けるかについて分析を行う。

3.1 基本ケースにおける負荷率改善

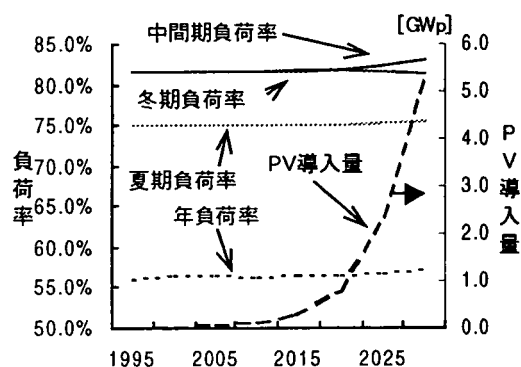
年間の導入助成額を40億年とした、基本ケースにおけるPVの普及にともなった負荷率の変化を図6-a)に示す。基本ケースではPVの普及拡大に伴い年負荷率がわずかではあるが改善し、2030年には1.5ポイント改善されることが示されている。前節における検討に示したように冬期の日負荷率はPV導入量によらず低下することが示されているが、PV普及の進展に伴う負荷率の低下傾向が顕著となるのはPV導入量が2GWpをこえる2025年頃からとなる。基本ケースにおける冬期の日負荷率は2030年に1.5ポイント低

下する。一方夏期と中間期ではPVの普及に伴い負荷率は改善され、2030年までに夏期で1.5ポイント、中間期で1ポイント改善される。また、年負荷率についてはPVの導入期後が1GWpの場合でも1ポイント程度の改善が見込める。PVの普及進展に伴う冬期の日負荷率の悪化を上回る夏期・中間期そして年間の負荷率は改善される。

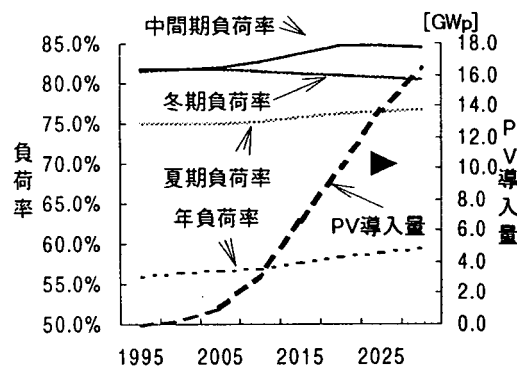
表2 太陽光発電システムの普及量(出典:[1])

	2000 [GWp]	2010 [GWp]	2020 [GWp]	2030 [GWp]
基本ケース	0.1	0.1	0.8	5.3
普及促進ケース	0.3	3.1	10.1	16.3

※基本ケース：補助金総額40億円/年
普及促進ケース：補助金総額280億円/年
家庭部門への助成率はどちらも50%



a)PV普及基本ケース



b)PV普及促進ケース

図6 PV普及過程における負荷率への影響

3. 2 普及促進ケースにおける負荷率改善

PVの普及を加速させるための施策として年間の導入助成額を280億円とした普及促進ケースにおけるPVの普及促進により負荷率がどのように変化するかを図6-b)に示す。PV普及を加速する施策が実施された場合(普及促進ケース)ではPV導入量が飛躍的に伸びるのにもない、早い時期から冬期の日負荷率の低下傾向が顕著となり、2030年までに日負荷率は3ポイント悪化する。一方、中間期においては急激に負荷率が改善され、PVの普及が12GWpを超える2020年頃に3ポイント改善した後、負荷率の改善傾向は鈍化する。夏期の負荷率と年負荷率は評価期間中を通じて常に改善する事ができ、2030年には年負荷率は3.5ポイント、夏期の日負荷率は1.8ポイント改善される。したがって、PV導入が加速した場合でも夏期と年間の負荷率に着目する限り、PVシステムの大量普及は負荷率の改善に効果があると言える。また、中間期においては2020年から負荷率の改善傾向が鈍化するものの16GWpの普及の見込める2030年の負荷率は1995年に比べて、夏期の負荷率改善を上回る3.1ポイントが見込めることからPVの普及進展は全体的に負荷率の改善に寄与するものと考えられることができる。

4. おわりに

本論文ではPV導入による負荷率の改善効果について検討を行い、PV普及による負荷率への影響について検討を行った。年間と季節毎の負荷率がPV導入によってどのような影響を受けるかについてシミュレーション分

析を行った結果、以下のことが明らかとなった。

- 1) 長期的に見た場合、PVシステムの普及により年負荷率の改善が見込めるが、季節毎に見た場合には冬期における負荷率の改善は見込めないことが明らかとなった。
- 2) 最大3日負荷に対する負荷率改善効果をもっとも期待できるPV導入量は導入規模15GWp程度であることが明らかとなった。
- 3) また、15GWp以上のPVを導入した場合には負荷率改善効果が低下することから、PV導入によるkW価値は15GWp~20GWp程度までは期待できるがそれ以上ではkWh価値のみとなると考えることができる。
- 4) 今後の普及予測を加味して検討した場合にも同様の傾向が示され、2030年には3.4ポイントの年負荷率改善が期待できる。

今回の分析では単なるシュミレーション分析として評価を行ったが、今後、電力供給利用システムをより正確にあらわせるように動学的な手法を用いて分析を行う予定である。

【参考文献】

- [1] 今村、内山、「太陽光発電システムの普及展望」、電力経済研究 No36, 1996年7月
- [2] 今村、浅野、「時刻別料金制下における住宅用太陽光発電システムの最適計画」、電力中央研究所報告 Y93001, 1994年3月

(いまむら えいいち
うちやま ようじ
電力中央研究所 経済社会研究所)

原子力政策の諸課題： 規制緩和と社会の変化に応じて

鈴木 達治郎

1. 規制緩和と競争力

電力市場の規制緩和、あるいは自由化により、市場での競争が激しくなることは間違いない。わが国において原子力発電は、化石燃料と比較して経済優位を持つとされてきた。しかし、今後はIPPをはじめ、平均コストではなく限界コストで競争する可能性が出てくる。生涯平均コストではいまだに優位とされる原子力発電だが、特に運開当初、償却が終了するまでの原子力発電では、現在の化石燃料発電（特に、効率の高い天然ガス）に競争力で劣る可能性が高い。ここで、電気事業として重要なポイントは、まず既存の原子力発電所の経済性を高めていく事である。稼働率向上のためには、運転期間の延長が必要であり、燃料の高燃焼度が不可欠である。また、年1回の定期検査を義務づける安全規制の変更も考慮する必要がある。さらに、運転管理費、とくに修繕費の低下が重要な鍵となる。最後に、燃料サイクル費、特に再処理、廃炉、廃棄物処分といったバックエンド費用の不確実性が今後の最大の課題となろう。

規制緩和のもう一つの重要性は、透明性の向上であり、これまで明らかにされてこなかった、プラントごとの発電コスト構成が明らかにされる可能性がある。そうなると、原子力対火力という単純な図式ではなく、新規原子力対新規火力、新規火力対既存原子力等、といったプラント串の競争が激しくなり、原子力の中でも差別化が進んでいくことになる。したがって、規制緩和はたとえ一部であっても、劇的な影響を与える可能性があるといえ

る。

2. 安全性とリスク

わが国の原子力発電は高い安全性と信頼性を誇ってきたが、国民の不安感はぬぐえていない。わが国の原子力安全性議論で欠けているのが、リスクの概念である。いわゆる「ゼロリスク」を前提とした議論（すなわち事故が起きるか否か）では、現実社会の安全を語ることはできない。言い換えれば、確率論を前提にした安全性議論、さらには原子力によって得られる便益とリスクを比較した議論、他のエネルギー源のリスクとの比較など、「相対的な安全論」の確立が重要である。特に重要な分野は放射性廃棄物規制である。リスクベースで、合理的な規制の枠組みを構築することが、国民における信頼感の醸成にも貢献すると思われる。むしろ、そのような合理的説明を怠ってきたから、国民の信頼感が欠如しているとの見方もある。今後は、絶対安全性を説くのではなく、相対的なリスク論で、原子力の安全性を議論していくべきだ。

3. 使用済み燃料管理と放射性廃棄物処分

原子力発電所の運転を継続するためには、使用済み燃料の確実な貯蔵、管理が必要である。これまでは、発電所サイト内での貯蔵と再処理工場での貯蔵しか選択肢がなかった。このままでは、貯蔵能力に限界があるため、いわゆる中間貯蔵施設の建設が不可欠である。ここで重要なのは、使用済み燃料の貯蔵は、他の原子力関連施設に比べ極めて安全な上、

経済的であるばかりでなく、技術的選択肢も多様で、サイト条件も原子炉ほど厳しくない。言い換えれば、全国各地どこでも立地可能と言っても過言ではなく、これまで原子力発電所を立地してこなかった都市近郊でも受け入れが可能である。さらに、中間貯蔵を実施することにより、再処理や廃棄物処分のスケジュールにも柔軟性が増す。

廃棄物処分では、上記と同様リスクの概念を導入し、総合的な対策を確立する必要がある。放射性廃棄物といっても多様な種類があるが、これまでの規制はその多様性に十分に対応できない可能性がある。処分を必要とするタイミングも廃棄物の種類によって異なる。さらに、他の産業廃棄物との総合的な比較対策も重要となるだろう。

4. 核不拡散とプルトニウム利用

1998年5月のインド・パキスタン核実験は、世界に核の平和が程遠いことを実感させた。世界の核不拡散体制が不安定になることは、平和利用の促進に大きな障害となる。そのためには、核兵器国の核軍縮の更なる進展が不可欠であり、わが国もより具体的、かつ積極的な貢献策を明らかにしていくことが望まれる。

民生用原子力プログラムとの関連で、特に重要なのが余剰プルトニウムの管理・処分対策である。米・ロシアの解体プルトニウムの管理・処分が最も重要な課題であるが、民生用余剰プルトニウムの削減も同様に重要である。わが国は、世界でもユニークな位置を占める。解体プルトニウムの燃焼処分対策に貢献する能力を有する一方、民生用プルトニウ

原子力政策の諸課題：規制緩和と社会の変化に応じて

ムでは余剰を増加させかねないプログラム（商業再処理計画）を所有している。余剰削減のためのプル・サーマル計画の遅れは余剰をさらに増加させる可能性があり、六ヶ所再処理計画も時期や規模を見直す必要があるだろう。

5. 意思決定プロセスの民主化と合意形成

1998年9月からは、原子力新円卓会議が議論を開始、その後2000年に向けて長期原子力開発利用計画（長計）の議論も始まる。上記のような重要課題が議論されるであろうが、これまでのような意思決定プロセスでは、国民の「合意形成」達成は困難である。ここで重要なのは、合意形成そのものの定義と目標、当事者（利害関係者）の定義とその参加の在り方、情報公開の在り方、エネルギー政策における原子力の位置づけ、市場原理の追求と公共利益のバランス等について徹底した議論を行う必要がある。その際、現在のプロセスを進めていけば、原子力政策への合意がいずれ得られる、といった暗黙の前提そのものをまず捨てる必要がある。そうでなければ、いつまでたってもプロセスへの不信感はぬぐうことができない。多様な立場の意見を構成に反映させ、その結果納得のいく政策を新しく作っていく。それが政策決定の「民主化」であろう。原子力のみならず、わが国の新たな政策決定過程の先駆者となるべく、民主化のモデルとなるよう、誠実な政策プロセスの構築を進めていただきたい。

（すずき たつじろう
電力中央研究所 経済社会研究所）

電力使用量情報の省エネルギー効果

浅野 浩志

1. 省エネルギーを誘導する情報

デマンドサイド・マネジメント (DSM) 研究の中で、需要家のエネルギー使用行動を変えるのにどの程度正確なエネルギー使用量情報を理解しやすい形で提供するのが有効であるかという問題がある。これは、電気料金制と組み合わせた DSM 機器 (電気温水器など) の普及を図るハードウェア中心のプログラムではなく、需要家そのものに焦点を当て、需要家のエネルギー使用の意思決定に影響を与える間接的なプログラムである。あるいは、需要家の行動の結果を電力消費量ないしは電気代としてフィードバックし、需要家自身のエネルギー診断評価能力を高めるプログラムとも言える。そのためには、理解しやすくある程度正確な情報がタイミングよく入手できることが前提となる。エネルギー供給者 (電力、ガス) からエネルギーユーザーへの最も簡便な伝達手段は検針票 (米国では請求書) を用いて月当たりの使用量情報を提供することであり、最も進んだ伝達手段はインターネット等双方向の電子的な通信である。米国では、kWh あたり 1 セント以下の費用で最大 13% の省電力を達成できたとの報告もあるが、殆ど定量的な効果があがらなかった例もある^[1]。このように効果が定まらないのは、需要家が希望する情報の内容や表示方法およびその解釈を事業者が正確に把握していないためである。

一方、わが国でも九州電力において試験中の間接負荷制御試験の結果、家庭用需要家にとって実時間で自宅の電力消費量を把握することがピーク時の需要調整に有効に働くこと

がわかっている^[2]。また、東京電力は、検針票に前年同月の各需要家の使用量を表示したり、シェイプアップカルテと呼ばれる契約電力別の平均電力消費量と比較できる情報を提供している。これは需要家との定期的なコミュニケーションチャンネルを活用した情報提供による代表的な DSM プログラムの一つである。しかしこのようなプログラムはその効果を図るのが難しいとされ、わが国で定量的な評価結果が公表されることはなかった。

米国においては、電気事業への競争導入に従って、リポートプログラムなど費用のかかる DSM プログラムへの電力会社の支出が大幅に削減される中、料金請求書やインターネットを利用した簡便で費用効果性の高い情報提供プログラムが注目をあびつつある。インターネットを利用した電力使用量比較は、web-based billing と呼ばれる。

これまでの各種需要家アンケートから、検針票情報には、1) 昨年比べて今年は電気代 (使用量ではなく金額表示) をいくら節約できたか、2) 新規購入した効率の良い機器により実際にどれだけの料金支払いを節約できたか、など個別需要家にとって具体的な情報がないと需要家の行動には結び付かないことがわかっている。

小論では、米国で実証試験が進む環境保護庁 (EPA) のエネルギースタービリングと呼ばれる情報提供プログラムで得られた研究成果を中心に紹介し、わが国で適用する際の課題を論じる。

2. 米国における先行研究：エネルギースタービリング

2. 1 エネルギースタービリング

EPA は温暖化対策として家庭部門のエネルギー効率向上を促進している。デラウェア大学は EPA の委託を受けて、エネルギースタービリングと呼ばれる料金請求書を用いた情報提供プログラムを開発した。EPA は私営あるいは公営の電力会社と契約し、各電力会社がパイロットプログラムを実施している。

基本的にはある電力会社管内の全ての家庭用需要家のデータをベースに同月の類似した需要家群と個別需要家の電力使用量をグラフ上で比較する。需要家との通信媒体に料金請求書を用いるため、料金請求書ベースエネルギー使用量フィードバックシステムと呼ばれる。

2. 2 類似グループのクラスタリング

グループ分けの類似世帯抽出のための属性は、住宅の床面積、地域特性、気象、使用燃料別機器保有が考えられる。通常のエネルギー分析では、住宅の特性（床面積、断熱性能、戸建て、共同住宅等）や保有機器など物理的な要因を重視するが、デラウェア大学は以下の理由により、街区（ストリート）で分類する地理的なグルーピングを提案している。

- 1) 同一グループ内での相互のコミュニケーションが可能で、住宅の比較もできる。
- 2) 電力会社にとって情報処理が容易。検針期間および気象条件も同一。
- 3) 同一街区内では一般に住宅特性や社会的特性が類似している。
- 4) グループ名を記述しやすい。ガス暖房と電気温水器を保有する住宅面積

120~140m²の住宅より、A 町 x 丁目の住宅の方が消費者にとってわかりやすい。

少なくとも米国では社会科学やマーケティングの領域で地域分類の有意性を認められている。また、地理的分類ではなく他の属性で分類しようとする、検針サイクルの異なるデータ間の日数調整や気象要因の較正などが必要となる。電力会社は一般に各需要家の世帯属性や住宅情報を持ち合わせていない。

エネルギー使用量の分布は一般に歪度（非対称度）が大きい。適切なグループ分けができていないかを評価するためには、できる限り歪度が小さく、異常値が少なく、標準偏差が小さいかを統計指標で確認することが考えられる。

Portland Gas and Electric 管内の 115000 軒のデータを用いた評価では、ストリート毎の分類は、住宅特性・床面積・使用燃料構成を総合的に用いた分類とほぼ同程度の質をもつことが示された^[4]。

2. 3 表示方法

情報の内容もさることながら、表示方法の選択も需要家の理解度に影響を与える。典型的な表示法を図 1 に示す。オプション 1 は EPA の家電機器のラベリング方法と同様にグループ内の月間電気代をバーチャートで表示する。しかし、バーチャート方式は歪んだ分布を正確に表現できない。そこでオプション 2 はグループ内での分布形状を簡略化して示したものである。電力会社がどのような表示法を採用するかは、以下のような評価項目から判断される。

- 1) 消費者にわかりやすいこと。
- 2) エネルギー効率改善のための知識が増えること。
- 3) 表示方式は多様な技術に適用できること。

4) 電気事業者が柔軟に対応できること。

オプション2は、より正確な情報を提供できるが、消費者の理解度と電力会社の印刷処理能力を要する。デラウェア大学の調査では、消費者が正しく理解した割合は、オプション1の79%に対してオプション2で63%と若干低い。何等かの省エネルギー行動を喚起する割合は、オプション1が86%、オプション2で77%といずれもかなり高い。オプション2がわかりにくいと回答した割合（正しく理解するのとわかりやすいのは別）は低く、消費者はオプション2の受取を希望した。従って、デラウェア大学はオプション2を電力会社に推奨し、オプション2を処理できない電力会社にはオプション1も残しておくとの結論に達した^[4]。

バーチャート表示には極端なサンプルを裾切りして表示する。分布グラフの住宅アイコンの数は最大30程度とする。

2.4 需要家の反応

デラウェアの需要家アンケートでは、回答者の70%以上は、もし自分がエネルギー消

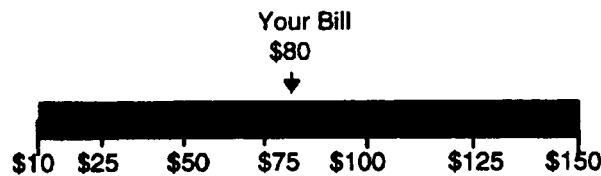
費量の多い上位80%以内に入るエネルギー多消費世帯であれば何等かの省エネルギー行動をとると答えている。

米国の電力会社(Madison Gas and Electric)による需要家アンケート調査によると、使用量フィードバックプログラムを好意的にとらえている。需要家調査への回答率は50%に上り、回答者の85%は情報提供の継続を希望している。別の調査によると、使用量比較情報に毎月54セントの支払い意欲を示した^[3]。また、別の地域ではエネルギースタービリングサービスに対して毎月78セントの支払い意欲を示し、この便益額はプログラムコストを十分正当化することを意味する。

上記の米国以外の地域では、Hal Wilhiteが北欧を対象にエネルギー使用量フィードバックシステムの事例研究を行っている。

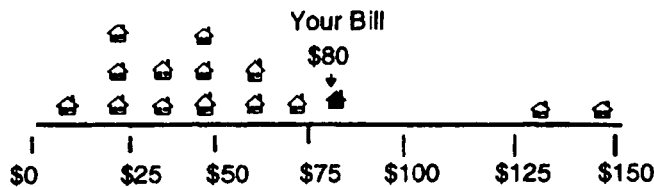
1993年のWilhiteの報告によると、ノルウェーとフィンランドで実施した試験では、検針頻度を増やし、情報提供を強化するために年間約13米ドルの増分費用を要し、5~10%の省エネルギーを達成した。いわゆる省電力コストは1セント/kWhに過ぎない。

オプション1：バーチャート



Your bill is higher than 90% of your neighbors

オプション2：分布グラフ



Your bill is higher than 90% of your neighbors

図1 グループ内比較表示の例 出典：Iyer, M. et al (1998)^[4]

3. わが国への導入可能性

省エネルギーセンターは、住宅の省エネルギー実態調査事業用に電力使用料金表示システムを開発し、1998年10月から全国の800世帯に設置している。従来検針時に1カ月遅れでしか当該月の節約行動の結果を金額タームで知ることができなかったが、このシステムを利用すると、毎月月初めからの積算使用電力代を実時間で把握できることが特徴である。ただし、このシステム単独では、他の消費者との相対評価はできない。

米国と大きく異なるのは、わが国では一般に冷暖房設備が集中式ではないため、エネルギー使用量が住宅の広さだけでなく在宅人数にも感応的である。在宅人数あるいは世帯人数がグルーピングに不可欠と考えられるため、検証が必要である。

電力中央研究所では、一般世帯を対象にエネルギー利用実態アンケートを実施し、消費者の意識や生活様式、生活環境などがエネルギー利用機器の保有と使用に与える影響を分析している。これらの調査を基礎に家庭用エネルギー需要に関するデータベースを構築すれば、グルーピングに用いる属性の選択に活用できる。

上記の他に検証すべき事項としては、わが国に最適な表示方法、電力使用量と住宅面積以外の要因との相関、需要家にとっての価値を調査することがあげられる。

このような情報提供プログラムの位置付けは日米あるいは政府と電気事業者では異なる。米国のように政府が主導する場合は、環境保全のための省エネルギーである。電気事業者が行う場合は、ピーク需要抑制ではなく減収

につながる省電力を経営的に正当化するのは難しく、むしろ小売競争時代に備えた需要家繋ぎ止めの新しい付加価値サービスとしての意義が重要になる。将来のインターネット利用の付加価値サービスの一つのメニューになりうる。

発想の原点は、需要家サイドにおいて省エネ努力の偏差値(相対評価)を知ることによってエネルギー使用行動が変わるか否かである。わが国の消費者は、この種の情報に米国の消費者以上に敏感かもしれない。実証する価値は十分にある。また、日常的にエネルギー使用への関心を喚起しておくことは、事業者サイドからの働きかけに積極的な反応を期待するための礎でもある。

【参考文献】

- [1] Egan, C. et al. (1996a) : "How Customers Interpret and Use Comparative Graphics of their Energy Use", Proceedings of the 1996 ACEEE Summer Study on Energy Efficiency in Buildings.
- [2] 浅野浩志 : 家庭用間接負荷制御実験における情報提供とピーク抑制協力金の効果分析、電中研研究報告 : Y97008、1998年4月
- [3] Egan, C. et al. (1996b) : "Graphical Information Displays: Problems of Accuracy versus Accessibility", Proceedings of the 1996 ACEEE Summer Study on Energy Efficiency in Buildings.
- [4] Iyer, M. et al (1998) : "Comparison Group as a Tool for Evaluating Energy Efficiency Programs: An Analysis of ENERGY STAR Billing Comparison Group", Proceedings of the 1998 ACEEE Summer Study on Energy Efficiency in Buildings.

(あさの ひろし
電力中央研究所 経済社会研究所)

第 17 回世界エネルギー会議 (WEC) ヒューストン大会に参加して

三 卷 利 夫

WEC ヒューストン大会の概要

今回の WEC は、1924 年の第 1 回ロンドン大会から数えて 17 回目、75 周年の記念大会として、1998 年 9 月 13 日 (日)～17 日 (木) の 5 日間にわたり世界のエネルギー産業の首府と称される米国テキサス州ヒューストンで開催された。

ヒューストン大会は、「エネルギーと技術—来るべき 1000 年に向けた世界の持続可能な発展のために」といういかにも米国らしい大上段に構えた大会テーマを掲げ、世界各国から、ブッシュ前米国大統領、カルロス・メナムアルゼンチン大統領など政界の要人並びにエネルギー業界の会長・社長など約 6,000 人が参加し、我国からもエネルギー・建設関係企業の役員など約 200 名が参加して開催された。

13 日の開会式では、地元テキサスで絶大な人気を誇るブッシュ前米国大統領が観衆を魅了する感銘深い演説を行い、翌 14 日から 4 件の基調講演、12 件のグローバル・エネルギー講演、4 分野の論文セッション (240 件) が開かれた。この他にテーマを限定したラウンドテーブル、ワーキンググループ、スペシャルセッションが開かれた。

日本からは秋元三菱マテリアル社長がグローバル・エネルギー講演で、また東京電力の池亀相談役が論文セッションの議長として、それぞれ原子力の重要性を強調したほか、パネリスト、ラポトゥール (論文とりまとめ役) として 7 人が登壇した。

本大会では、在来型資源の効率的開発・利用をはじめ、長期にわたって成長を持続させていくための非在来型資源の新しい役割など主として技術的な側面からの議論並びに地球環境問題への対応と原子力発電の必要性、発展途上国へのエネルギー供給と資金的な支援、規制緩和、エネルギー・

環境に対する教育と社会的な理解促進など広範囲な議論が行われた (図 1)。

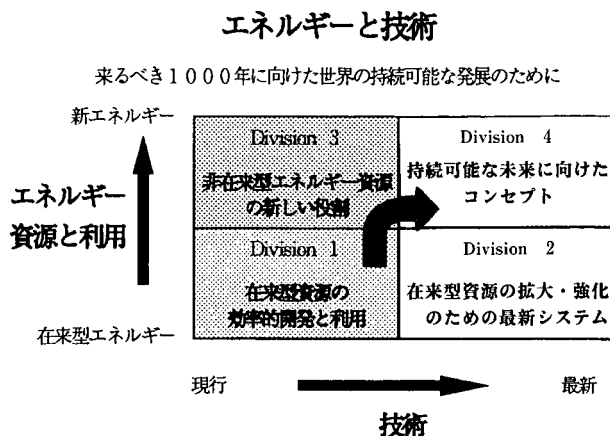


図 1 ヒューストン大会のスコープ

大会のテーマであった 1000 年先とまではとても行かなかったものの、50 年～100 年先を見通した長期的視点での問題提起と解決策の模索が、環境問題と絡めて議論された。この中で、WEC が IIASA と共同で実施した 2050 年までの世界エネルギーの展望に関する 5 年間の研究成果も発表された。

最終日には、8 項目の結論と 11 項目の提言からなる「結論と提言」が取り纏められた。

大会での主な結論と提言について

①人口問題とエネルギー資源

西暦 2020 年までに世界人口は約 20 億人増加するものと見込まれ、その大部分が開発途上国で占められる。開発途上国に住む約 20 億人が電気、ガス、石油等商業エネルギーの恩恵を受けていないという現実に加え、今後 20 年間の経済発展と人口増大に伴ってエネルギー需要は約 50% 増加するものと WEC では見ている。

これに対するエネルギー業界の論調は、「化石燃料

資源は21世紀中の世界的な経済成長を持続させるに十分な量があり、使用量はさらに増えていく」といった極めて楽観的な色合いが濃いものであった。

②原子力の重要性

日・仏を中心として原子力の重要性が強調され、「原子力も必要な脱炭素の燃料体系への移行に大きな役割を果たす」、「原子力は電力供給源として、また地球温暖化防止対策上大きな役割を果たさなければならない」とこれまでに無い前向きな文言が提言に盛り込まれた。

③地球温暖化防止について

COP3後の世界エネルギー会議ということで、各国とも京都プロトコルを世界レベルでのルール、約束事として強く意識はしていたが、具体的な対策となると腰が引け気味で、「数多くある温暖化効果ガス低減対策の選択肢の中から、優先順位を付け、費用対効果の大きい予防的な対策を早期に実行に移すことが重要である」との提言に止まった。

④化石燃料のクリーン利用とエネルギー選択枝の拡大

クリーンな化石燃料の利用技術については、

- ・天然ガスへのシフトとコンバインドサイクルの採用
- ・石炭のクリーン利用技術としてIGCCの開発に期待が寄せられていた。

開発途上国の、特に、電力網や燃料パイプラインが届かない地域におけるエネルギー選択枝の拡大方策について、「分散型電源として、マイクロガスタービン、ディーゼル、燃料電池、再生可能エネルギーが期待できる」とした上で、とりわけ「太陽光、風力、バイオマスの開発と利用を最優先として推進しなければならない」と提言していた。

WECの今後の行動について

WECでは、今後、11の提言を実現していくために、国際協力や技術移転に役立つ世界規模のエ

ネルギー情報システムの導入を検討するとともに、国連の開発プログラム（UNDP）と経済社会事務局（UNDESA）との世界エネルギー評価に関する共同調査、並びにエネルギー価格決定の調査に関する世界銀行との共同実施などを計画している。

次回の第18回大会は、2001年10月にアルゼンチンのブエノスアイレス市で開催される予定である。

大会をふりかえって

会場内外とも極めて厳重な警備体制が敷かれ、会場に入る都度、電子機器はスイッチを入れさせられ、カメラは写真一枚を撮らされ、カバンの中の書類は根こそぎ取り出して調べられるなど厳しいチェックを受けた。

大会全般を通じて欧米の石油メジャー主導との印象が非常に強く、21世紀における世界の経済成長を支える化石エネルギー資源は十分に存しており、エネルギー部門の自由化とそれに伴うエネルギー産業構造の再構築により世界中の人々に必要なエネルギーをまねく供給できるといった主張が前面に出ていた。

一方、将来のエネルギー開発・変換・利用技術について、技術的な観点から実用可能な時期や到達可能な性能等について議論するような場は無く、全体の議論に現実味が欠けている印象が否めなかった。特に石炭利用に関する議論は極めて少なく、世界エネルギー会議と称していても、参加している業界の偏りのせい、大局的な議論が少ないように感じた。

マスコミの関心は、当初本大会への出席が予定されていたクリントン大統領の大陪審証言に一斉に注がれ、WECについて、新聞、テレビに取り上げられることはほとんどなかった。

因みに、外気は30°Cを超えているというのに、広大な会場の空間全体を、上着を着ていても寒い程に冷やすなど、省エネルギーに対する意識は一般に希薄で、市内には空ビルが目立つなど、米国経済は必ずしも好調とは言えない状況も垣間見られた。

（みまき としお
電力中央研究所 横須賀研究所 プラント熱工学部
兼 経済社会研究所 有識者会議推進室）

欧米・電力小売自由化後の DSM ビジネス動向

—1998 ACEEE Summer Study on Energy Efficiency in Buildings に参加して—

高橋 雅仁

米国や北欧、英国など欧米の先進的な電力市場では、小売供給の完全自由化が進展している。この競争導入に伴う市場構造の変化によって、電気事業者がデマンドサイド・マネジメント (DSM) を推進するインセンティブが減退する可能性がある。欧米において DSM やそのビジネスは今後どのように展開していくのであろうか。

筆者は、98年8月に米国・カリフォルニア州モントレーで開催された ACEEE (American Council for Efficient Energy Economy) の研究会に参加した。この研究会には、欧米のエネルギー小売供給 (主に家庭と業務部門) の関係者が集まり、現状報告や市場分析、ビジネスアイデアを共有する場になっている。そして、小売自由化後の今、何がトレンドになっているのかを調査してきた。以下、研究会で取り上げられた米国 (特にカリフォルニア州) とスウェーデンの2電力市場での事例を述べる。

米国の DSM の動向

米国では州により競争導入段階に差があるものの、カリフォルニア州や北東部では小売完全自由化に踏み出している。中でもカリフォルニア州は、発送配電・小売供給にわたり競争導入が徹底しており、その DSM 戦略を含めて市場再編を検討する州のベンチマークと見られている。

カリフォルニア州の DSM 政策

カリフォルニア州では、98年4月の電力自由化に併せ、98年1月よりエネルギー効率改善を目指した Standard Performance Contract Program が新たにスタートした。このプログラムで

は省エネプログラム基金のための追加料金が電気料金に上乗せされ (Public Goods Charge)、この基金から電気事業者を除く EESP (Energy Efficiency Service Provider) へ DSM 推進のインセンティブが支払われる。即ち、カリフォルニア州では既存の電気事業者ではなく EESP が形成する民間市場によって省エネ型社会への転換を目指している。いわゆるエネルギーサービス会社 (ESCO) はこの EESP に入る。

新興 ESCO (Emerging ESCO)

現在、省エネサービス市場の ESCO は、独立系、電気事業者系、その他の3種類に分類できる。独立系 ESCO は省エネサービスを行う従来からのものである。電気事業者系 ESCO は、電気事業者によってエネルギー以外の顧客サービス (通信、機器保守等) を目的に組織され、新規参入や独立系 ESCO の M&A で省エネサービス市場でのシェアを伸ばしている。その他の ESCO は、Honeywell などの機器製造会社系 ESCO と Enron などのマーケッターからなる。そして、省エネサービスだけでなく、機器導入や管理・保守サービスなどの付随した様々なサービスを提供し顧客を獲得している。電気事業者系 ESCO とその他の ESCO は“新興 ESCO”と呼ばれる。小売自由化後、そのシェアが拡大しており、既存の独立系 ESCO は苦境に立っている。

付加価値サービス (Value-added Service)

ESCO は、省エネサービスに加えて、機器導入・保守サービスや電力品質管理、需要家のエネルギー消費実態のモニタリング・分析など他の様々な

顧客サービスを提供あるいは検討し始めている。これらは“付加価値サービス”と呼ばれ、ESCO ビジネスにおける顧客獲得の手段になっている。そこで ESCO は将来的に総合エネルギーサービス会社になっていくと考えられている。DSM は、本来、省エネ・環境保全などの公共目的を持っている。しかし、電力自由化後、それに付加価値サービスという顧客を獲得するためのビジネス色が加わってきていると言える。付加価値サービスには他に、実時間料金制、Aggregation（様々な負荷形態の需要や需要家を集約し、全体としてエネルギーコストの低減を図るサービス）、インターネットによる顧客への情報提供（電力消費量や請求書等の通知）、グリーン料金（低環境負荷エネルギーの推進）などもある。

スウェーデンの DSM の動向

スウェーデンの電力自由化は 96 年 1 月に始まった。スウェーデンでは、ESCO よりむしろ電気事業者が DSM を担っている。米国同様に付加価値サービスが事業者の顧客獲得手段になっており、いかに顧客が満足するサービスを提供するかが事業者間の競争になっている。Vattenfall や Sydkraft は、産業部門の生産プロセスや業務用ビルのエネルギー消費に関する専門家を抱え、需要家に合った新しいエネルギー利用形態を提案することで省エネサービスを提供している。これには、需要家のエネルギー消費実態分析（モニタリングによって省エネ可能性を発見する）、需要サイトでの電力の信頼性と品質向上サービス、省エネ保証（事業者が省エネと省コストを顧客に約束する）等が含まれる。

再生可能エネルギーの供給も付加価値サービスの 1 つになっており、環境ラベルとエコファンドで推進されている。環境ラベルは既設水力や風力等の再生可能エネルギーに付与され（98 年 1 月

で 220 億 kWh）、その電力は希望する需要家へ 0~1.5¢/kWh の価格プレミアムで販売される。化石燃料火力や原子力、新設水力にはラベリングされない。エコファンドは、電気料金を通じて需要家が基金に寄付し（事業者自身も寄付する）、再生可能エネルギーに投資する仕組みである。

小売自由化の発電部門への影響

小売自由化に伴い、電気事業者にとって顧客確保、言い換えれば電力需要の確保が重要課題になっている。発電部門を持つ電気事業者にとって、IPP という上流からの競争圧力に加えて、離脱需要という下流からのリスクが発生している。研究会での見聞では、これに対する電気事業者の反応は 2 種類あるようだ。一方は、発配電を分離する動き。加州 PG&E 社は所有発電所のうち、化石燃料火力の 98% と地熱発電所の 100% を売却した。他方、逆に発配電の統合の動きもある。スウェーデンでは発電事業者が直接アクセスにより安定的な顧客ベースを持つと、地域配電会社の買収を進めている。

研究会全体を通じて、小売自由化の競争圧力によって、欧米の DSM は転換期を迎えつつあるという印象を持った。電気事業者や ESCO にとって、顧客獲得が重要になっており、DSM や付加価値サービスが『顧客の囲い込み』の手段になっている。それに伴い、DSM は総合エネルギーサービスへと変質しつつある。欧米でも電力自由化は始まったばかりであり、その成否は未だ明確には定まっていないが、今後も市場の動向を注視していきたい。特に、DSM 本来の目的である省エネ型への市場転換が達成されるかは興味があるところである。

（たかはし まさひと
電力中央研究所 経済社会研究所）

『ベッカー教授の経済学ではこう考える』

ゲーリー・S・ベッカー、ギティ・N・ベッカー著
(鞍谷雅敏・岡田滋行訳 東洋経済新報社、1998年9月)

加藤 久和

世の中の出来事や現象を、経済学できちっと解釈すると巷で喧伝される内容とちょっと違うことになる、といったつくりの本が続々出版されている。前号で紹介したランズバーク著「フェアプレイの経済学」もしかり、またクルーグマンによるこの手の本も最近翻訳されて書店の店頭に並んでいる。もちろん、評者としてはこのような傾向は大歓迎であり、通説と異説を比較対照して考えることはとても面白いことであり、また経済学を正しく理解するための適切な方法でもあると思う。しかし、正直なところやや食傷気味であることは否めない。

『ベッカー教授の経済学ではこう考える』と題した本書は、しかしながら他の類書と大きく異なる特徴がある。それは、まさにベッカー教授（及びその妻のギティ・ベッカー）の手になるという理由からである。ご存知の読者も多いと思われるが、シカゴ学派を代表する教授は1992年のノーベル経済学賞受賞者であり、ミクロ経済学を武器に社会的な現象を分析してきたことで知られている。とりわけ、出生や結婚、人的資本や教育、犯罪、人種差別の分析などがよく引用される教授の業績である。

本書では、ベッカー教授が国際貿易から政府の役割、あるいは産業組織まで幅広く論じている。しかし本書のそれぞれの話題が「ビジネス・ウィーク」に掲載されたコラムをもとにしたものであるという性格上、取り上げた主題についてやや説明不足のコラムが散見

される上、あまりにも広範囲な話題を提供していることから、全体的なまとまりを見出すことが難しい箇所もある。例えば、「第10章 政府と税金」では、特定の利益集団がその政治力を行使して自らの利益を追求すること（レントシーキング）が政府赤字のひとつの要因であると述べているが、特殊利益集団のレントシーキングと政府赤字の有機的な関連が十分に説明されず、やや不満である。

こうした些少な不満はあるものの、ベッカー教授の得意分野である家族や教育、あるいは犯罪に関する章は、教授の年来の主張や経験が生かされ、とても含意に満ちたコラムとなっている。評者の個人的な好みからすると、「第4章 人的資本と学校教育」、「第5章 家族」、あるいは「第7章 犯罪と中毒」の章が含蓄深いものであった。膨大なトピックスを扱っている上、本稿の限られたスペースですべてを取り上げることは不可能であるので、以下ではいくつかの項目を取り上げて紹介してみたい。

「第4章 人的資本と学校教育」では、ベッカー教授は公立学校と私立学校の競争を促し、親と子の学校選択の幅を広げるために、教育バウチャー（授業料支払証書）をすべての生徒に分配し、現在無料である公立学校の授業料をこのバウチャーで支払う水準と等しいレベルで有料にすべきであるとの提案をしている。その背景には、米国では教育環境の差から裕福な家庭の子どもは私立学校に行き、そうでない家庭の子どもは公立学校に行くこ

いう状況がある。もしバウチャーの導入で公立学校と私立学校間の教育に対する価格差が縮まれば、すべての家庭で私立学校で教育を受ける機会が拡大するとともに、多様な生い立ちを持つ生徒を受け入れたい私立学校の要望に沿うものになると主張している。また、税金を公立学校の運営に間接的に拠出するよりもバウチャーを配り、授業料を徴収することでより効率的な税金の使い方ができるし、さらにこうした制度改革を通じ、公立と私立学校の間での競争を促進し、高い質の教育が可能になるとも述べている。わが国においても近年、初等・中等教育における私立学校重視の傾向が強まり、また公立においては学校選択の自由がほとんどないという米国と似たような事情もある。バウチャーの導入そのものが必要であるかどうかは別にしても、ベッカー教授の議論から教育制度のあり方を議論することも有用であろう。

「第5章 家族」では、離婚や公的年金等についての興味深いコラムが掲載されている。近年、米国では離婚が急増しており、また離婚訴訟においては子どもの養育費や慰謝料を争う裁判が頻出している。ベッカー教授は、結婚をきちっと契約として位置づけ、結婚前の男女が離婚を想定した「結婚契約」を結ぶべきであると述べる。その背景には、結婚もまた合理的な個人の選択であるから、結婚から受ける効用がその心理的、あるいは社会的コストを下回れば離婚することは当然であるという考え方がある。わが国でも離婚件数が年々増加しつつあり、結婚をどのように経済学で扱うかという点も興味があるが、ベッカー教授が主張するほど過激な議論を首肯する人は少ないかもしれない。同じ章で、公的年金のあり方についても触れている。米国では、

勤労世代から社会保険税を徴収し、これを引退世代に即時支給するという賦課方式の年金制度を採用しているが、出生率の低下で勤労者の数が低下しつつある。そのため、ベッカー教授は個人の所得のうちからいくばくかを貯蓄し、老後のために積み立てる制度への変更を検討すべきであるとして、チリにおける先事例やアルゼンチンの動向（第15章 追補）を引き合いに出している。年金制度改革はわが国においても差し迫った課題であり、近年年金制度の積立制への改革を唱える者も増えてきた。ベッカー教授のこのコラムは1993年に書かれたものであるが、先駆的な意見としても拝聴に値する。

本書は、冒頭にも述べたようにベッカー教授が「ビジネス・ウィーク」に掲載したコラムの中から選択したものを、“The Economics of Life”という題名で出版したものである。こうした類の類書が続々出版される中で読者の関心を引くためなのであろうか、本書の題名は『ベッカー教授の経済学ではこう考える』となっている。通読してみると、本書は、教育、離婚、引退時等のさまざまな人生の局面におけるできごとの経済学的な意味合いを論じているのであって、どうも翻訳書の題名はあまり似つかわしくないように思える。もちろん、その中身は十分に評者を楽しませてくれたが、原書の構成からの変更を含めて、もう少し原書のままの趣を提供してもらえたらというのが率直な感想でもある。

いろいろ注文をつけてはみたが、読者の感想はいかがであろうか？いずれにせよ、経済学と現実との接点を示した良書であることは疑いない。

（かとう ひさかず
電力中央研究所 経済社会研究所）

「電力経済研究」投稿・執筆規定について

「電力経済研究」編集委員会

1. 投稿原稿は、当該分野の研究活動に貢献するものとし、未発表で他誌等へ二重投稿して
いないものに限ります。
投稿された原稿は、編集委員会が選定・依頼した査読者の審査を経て、掲載の可否を決定
いたします。
2. 投稿される原稿は、その種類に応じて次の枚数制限にしたがってください。
 - a. 論文：A4 刷り上がり 8～16 ページ(400 字詰め原稿用紙 32 枚以上 64 枚以内)
 - b. 研究ノート：A4 刷り上がり 8 ページ(400 字詰め原稿用紙 32 枚以内)
 - c. 研究紹介：A4 刷り上がり 6 ページ(400 字詰め原稿用紙 24 枚以内)
 - d. 解説：A4 刷り上がり 4 ページ以内(400 字詰め原稿用紙 16 枚以内)
 - e. 内外動向、文献紹介：A4 刷り上がり 2 ページ以内(400 字詰め原稿用紙 8 枚以内)
3. 投稿に際しては、完成された論文 3 部を下記宛に送付願います。
なお、上記の枚数制限は、図表を含めた本文、表題、英文表題、キーワード、著者名、
要旨(600 字以内)、参考文献の総計で適用されます。また、偶数ページになるよう調整を
お願いする場合があります。

なお、本誌は、投稿者より提出された原稿をそのまま写真製版してオフセット印刷を行う
「カメラレディー方式」を採用しております。したがって、採用された論文につきましては、
後日、電子媒体による提出をお願いすることになります。
4. 掲載された論文等については後日、抜き刷り 50 部を著者に送付いたします。
5. 投稿希望者には「原稿作成の手引き」を送付いたします。下記にご連絡ください。

(財)電力中央研究所 経済社会研究所
「電力経済研究」編集委員会

〒100-8126
東京都千代田区大手町 1-6-1
TEL: 03-3201-6601
Fax: 03-3287-2864
E-mail: src-rr-ml@criepi.denken.or.jp

電力経済研究 No.41

1999 年 2 月 26 日 印刷発行

発行所 財団 電力中央研究所
法人 経済社会研究所
所長 荒井 泰男

〒100-8126 東京都千代田区大手町 1-6-1
大手町ビル
電話 東京 (03)3201-6601

印刷: 藤本総合印刷株式会社

目次

〈論文〉

ハイブリットLCA手法による洗濯機の環境負荷……………内山 洋司…1
西村 一彦
本藤 祐樹

Priority Serviceの最適メニューに関する条件……………伊藤 稔…15

電気事業におけるパブリックコミュニケーション……………土屋 智子…21
—価値観、情報の信頼性、住民参加の影響について—

太陽光発電普及下におけるピークカット効果分析……………今村 栄一…35
内山 洋司

〔解説〕

原子力政策の諸課題：規制緩和と社会の変化に就いて……………鈴木達治郎…43

電力使用量情報の省エネルギー効果……………浅野 浩志…45

〔内外動向〕

第17回世界エネルギー会議（WEC）ヒューストン大会に参加して……………三巻 利夫…49

欧米・電力小売自由化後のDSMビジネス動向……………高橋 雅仁…51
—1998 ACEEE Summer Study on Energy Efficiency in Buildingsに参加して—

〔文献紹介〕

『ベッカー教授の経済学ではこう考える』……………加藤 久和…53