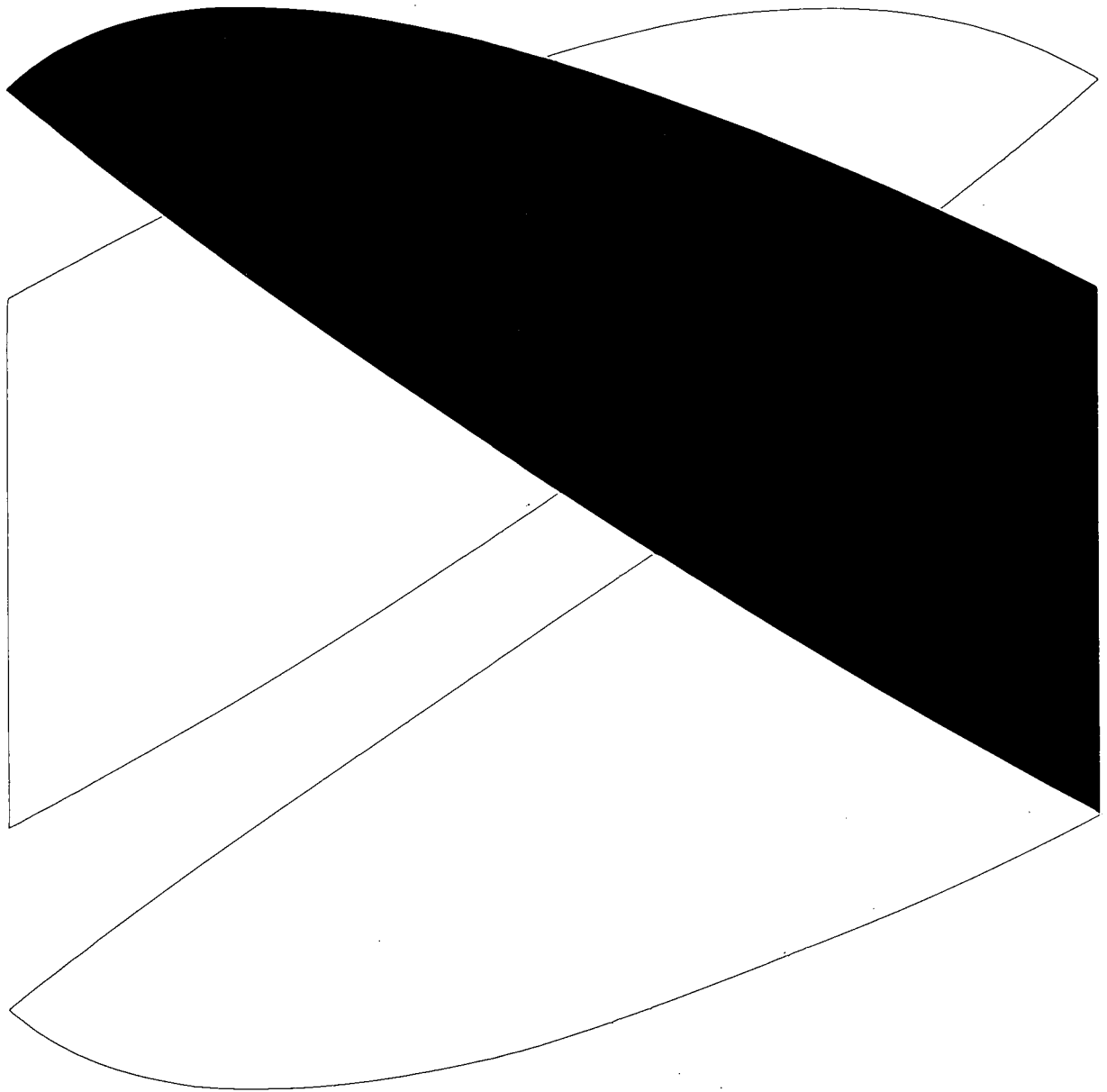


ISSN 0387-0782

電力經濟研究



No.36 1996.7

財団法人 電力中央研究所 経済社会研究所

編集委員

森清	堯	大河原	透
蟻生	俊夫	加藤	久和
井内	正直	長野	浩司
今村	栄一		

目 次

巻 頭 言	1
< 研究論文 >	
太陽光発電システムの普及展望.....	今村 栄一 3 内山 洋司
< 研究紹介 >	
英国電気事業における民営化後の経営動向.....	蟻生 俊夫 15
世界土地利用エネルギーモデルによるバイオエネルギー・ポテンシャルの評価.....	山本 博巳 23 山地 憲治
都市インフラストラクチャー構築の資源使用量と環境負荷.....	田頭 直人 33 鈴木 勉 内山 洋司
グループウェア導入のホワイトカラー業務へ与える影響.....	馬場 健司 41
[研究ノート]	
温暖化対策のタイミングと費用.....	杉山 大志 49 — 温室効果ガス濃度安定化目標下での最適戦略における限界費用の時間経路 — 長野 浩司
[解 説]	
電力分野における規制緩和の動向：基本的概念の整理.....	矢島 正之 59
純粹持株会社について.....	丸山 真弘 61 — 解禁の是非をめぐる議論とその背景 —
[海外出張報告]	
北欧三ヵ国における炭素税の最新動向.....	田辺 朋行 63 — フィンランド、スウェーデン、ノルウェー —
ハーバード滞在録.....	加藤 久和 65
経済復興の牽引役から環境共生の街へ.....	土屋 智子 67 — ドイツ・ルール工業地帯の再活性化 —

巻 頭 言

世界規模の大競争時代を背景として、電気事業の規制緩和をめざした事業法の改正が施行されてから半年余りを経ましたが、この間の電気事業を取り巻く環境は、予想以上の速さで変化しつつあるかに見えます。コスト削減をめざした事業経営の効率化諸施策の実施、地域指向や需要家指向の鮮明化、電力卸売市場への新規参入希望者の積極的反応、海外事業活動の検討着手など、電力新時代に向けて事態は大きく動き始めています。その一方で、長期の世界共通の最重要課題との認識がありながらも先送り気味であった地球規模の資源・環境問題も、来年京都で開催される第3回気候変動枠組み条約締約国会議 COP3 に向けての議論に見るように、より具体的な政策的対応を打ち出さなければならない情勢になっています。

このように、今後の電気事業は、国内外の短期と長期の課題を同時に視野にいれながら、私企業としての経済的合理性を追求しつつ公益事業としての社会的要請に応えるという難しい局面で、わが国固有のあるべき姿を描き出していかなければならない時代に入っています。

こうした認識のもとに、私ども電力中央研究所の経済社会研究所は、電気事業を通じて社会に貢献すべく、課題を選択し研究と調査に取り組んでおり、本号ではその成果の幾つかを報告として取りあげました。一覽するとテーマ相互の脈絡が希薄な印象のあることを懸念しますが、上記のようなより広い時代認識の枠組みの中で研究を実施している結果であることをご理解頂きたいと思います。

諸賢の忌憚のないご意見、ご批判をお寄せいただけることを願っております。

経済社会研究所長 荒井 泰男

太陽光発電システムの普及展望

Future Penetration of PV Technology

キーワード: 太陽光発電、設置工法技術、普及規模、普及助成策

今村 栄一 内山 洋司

著者らは太陽光発電システム(以下 PV システムと約す)の将来の普及量と導入助成策などの種々の社会的要因との関わりを明らかにするための普及分析シミュレーションモデル^[1]を用いて普及規模、普及過程を明らかにしてきた。しかしながら、設置工事に関わる経費が高いため、普及拡大を望むには新たな設置工法技術の開発が必要となった。本稿は新たに開発された設置工法と設置制約の緩和による普及規模の拡大の可能性について、再度の普及規模の推定と将来の普及量分析を行った。推定の結果、新工法の利用と設置制約の緩和により我が国の PV システムの普及規模は約 46.6GWp となることが明かとなった。また、分析の結果、280 億円/年の資金助成を 8 年間行う場合には、2010 年で 3,100MWp の普及が見込め、このときの石油燃料消費の低減量は 106.2 万 kl となり、CO₂ 排出量の低減量は 78.8 万 t-C/年となることが明かとなった。

- はじめに
- 評価手法と前提条件
 - 評価フレームワーク
 - 設置工法技術の標準化
 - 気象条件
 - 普及過程分析前提条件
- PV システムの普及規模
- 普及過程分析
 - 普及過程と普及量
 - 立地制約の緩和による普及過程への影響
 - 補助金の増額による普及過程への影響
- PV 普及による影響
- おわりに

1. はじめに

1994 年から始まった住宅用太陽光発電システムモニター事業により PV システムは今まで以上に注目を集めるようになってきている。しかしながら、いまだに PV システムの構成機器の価格は十分に低下したとはいえ、高いシステム価格は普及の拡大を阻んでいる。著者らは PV システムの普及に対する資金助成策の影響について分析・評価を既に行っている^[2]。しかし、設置工法については標準化が遅れているため、設置工事費の低減が PV パネルの価格低減と共に大きな課題となっている。

本研究では、新工法技術の開発と立地制約の緩和による普及規模の拡大と設置工法の標準化

及び普及助成策の拡大による将来の普及促進に与える影響と PV システムの普及による石油燃料消費の低減可能性について明らかにする。

2. 評価手法と前提条件

2.1 評価フレームワーク

本研究で用いた普及分析モデルのフレームワークを図 1 に示す。本モデルは、さまざまな場所に設置される PV 発電技術を経済性と市場普及関数により分析する技術経済分析手法を用いて将来の普及量を長期的な視点の下で評価する。

普及分析モデル(PAPER Ver 2.41 : Penetration Analysis & Potential Estimation for Renewable energy)は普及分析に先立ってわが国における PV システムの普及規模の推定を行う。

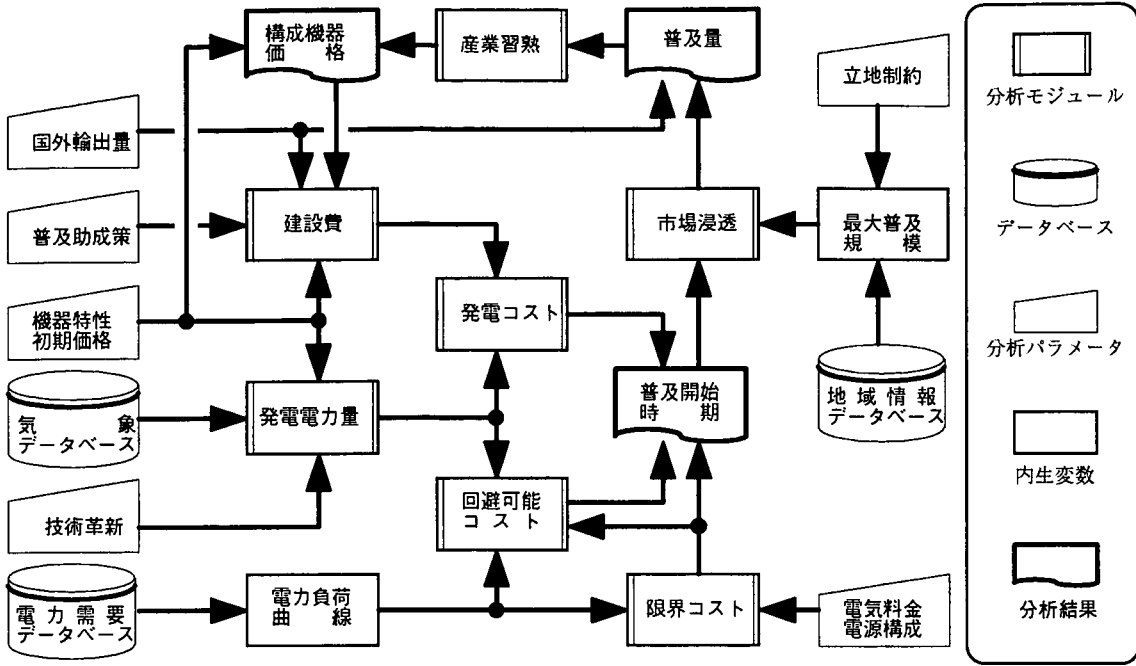


図1 PV システム普及分析モデルのフレームワーク

普及規模は現実の立地制約を受けずにシステムが設置される場合の究極量として究極普及規模(Ultimate Potential)の推定を地域データベースを用いて行う。さらに、国土利用状況並びに技術制約をもとに外生的に与えられる立地制約条件を用いて現実的に設置可能なPVシステムの普及規模である最大普及規模(Maximum Potential)を推定する。

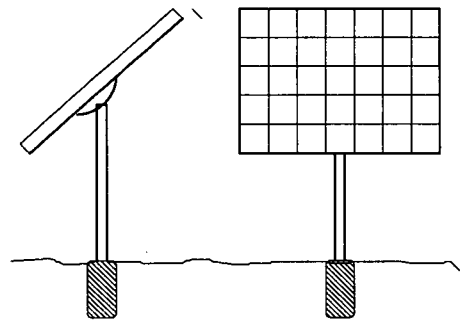
2.2 新設置工法を用いた工法標準化

設置工事費を押し上げる主な要因は主として架台の部材量並びに基礎容積の多さに依存している。また、従来の工法技術では設置が困難な場所ほど工事費を押し上げるため設置が現実的でなくなることとなっていた。

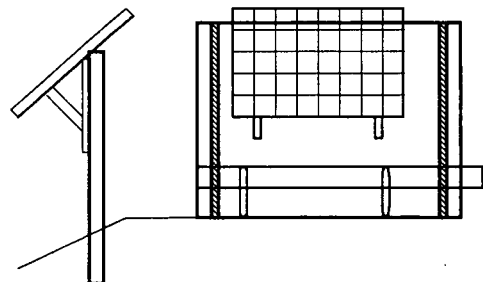
今回新たに検討の対象とした工法技術は図2(a)に示す1本足で1kW_p^(注1)分のPVパネルを支えるモノポール型と図2(b)に示したフック方式

を利用することで設置工事費を低減した構造物付設置型である。

モノポール型は既存の信号機などに用いられる道路標識用ポールを流用して作成される。ま



(a)モノポール型



(b)構造物付設置型

図2 PV 設置のための新工法

(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。

た、アースオーガーを利用して容易に設置できるよう基礎部にも工場生産方式を利用している、このため従来の低架台方式に比べておよそ半分の価格で制作することが出来る。また、河川敷や河川堤のように防水上の問題からパネル位置を高くする場合にもポールをのぼすことで対応できるため、今まで設置が困難であった地点にもPVシステムを設置することが可能となる。

フック型構造物付設方式はフックを利用して高速道路防音壁等に付設する方式を採用したため、ほとんどを工場生産により作成できる。この結果、現場における作業工数を大幅に低減している。

2.3 構成機器の標準化

普及分析に際してはPVシステムを構成する機器を標準化して検討することが必要になる。特注仕様の機器では産業習熟が進みにくいため、

生産の拡大に伴う価格の低下が期待できない。従って、特注仕様の機器ではなく、標準化された工場生産品もしくはこれに準ずる方法で生産された機器を利用することが将来の構成機器価格低下を期待する上で望ましい。表1には想定した構成機器の一覧を示す。また、これらの構成機器とは別に屋根建材についてもコスト低減要因として考慮した。これは、建材一体型のシステムを屋根上に設置する場合に屋根の建材をPVパネルが代替するためである。

構成機器としては、(1)PVセル、(2)インバータ/制御装置(PC: Power Controller)、(3)架台・工事(SS/CW: Supporting Structure & Construction Work)、(4)電気配線(Electrical Wiring)、(5)蓄電池(BT: Battery)、(6)補完電源(DE: Diesel Engine)の6種に大別できる。しかしインバーターのように家庭等で用いられる10kW以下の低圧連系用と10kWを越える高圧連系用では生産ラインが

表1 PVシステム構成機器一覧

機器番号	構成機器名		単位容量 [kW/Unit]	単価 [¥/Unit]	習熟 係数	スケール 指数	耐用 年数	備考	
1	PV	太陽電池	1.00	600,000	0.80	1.00	20.00		
2	PC	DC独立用PC	0.01	1,000	0.90	1.00	20.00	インバーターが必要ない独立型システム用	
3		AC独立用PC	1.00	267,000	0.85	0.85	20.00	インバーターを必要とする独立型システム用	
4		低圧連系PC	3.00	1,000,000	0.80	0.85	20.00	10KW以下のシステム用	
5		高圧連系PC	10.00	3,000,000	0.80	0.80	20.00	10KWを越えるシステム用	
6		SS/CW	地上低架台	1.00	1,162,000	0.85	0.70	30.00	旧来工法地上設置方式
7	SS/CW	地上高架台	1.00	1,555,000	0.85	0.90	30.00	積雪地域・被水地域用	
8		地上MP型	1.00	526,000	0.85	0.90	30.00	地上設置型モノポール構造	
9		構造一体型	1.00	396,000	0.85	0.90	30.00	建材一体型構造	
10		屋上架台型	1.00	1,055,000	0.85	0.90	30.00	屋上設置架台	
11		屋根据置型	1.00	680,000	0.85	0.85	30.00	屋根上据え置き型	
12		構造物付設	1.00	582,000	0.85	0.80	30.00	防音壁上等の設置方法	
13		フロート型	1.00	4,665,000	0.85	0.90	20.00	水上設置用	
14		EW	低圧用CV	3.00	176,000	0.90	0.90	20.00	10KW以下のシステム用
15			高圧用CV	10.00	704,000	0.90	0.90	20.00	10KWを越えるシステム用
16		BT	低圧用BT	3.00	180,000	0.90	1.00	5.00	高品位の電力を必要とし、10KW以下のシステム用
17			高圧用BT	15.00	761,000	0.90	1.00	5.00	高品位の電力を必要とし、10KWを越えるシステム用
18			独立用BT	0.40	1,200	0.90	1.00	5.00	高品位の電力を必要としない独立型システム用
19	DE	補完電源	6.00	300,000	0.90	0.85	30.00	独立型電源用バックアップ用電源	

独立していると考えられるため、生産にともなう習熟がそれぞれ独立して進むと考えることが出来る。また各機器の需要端での価格は流通経費を含めて検討する必要がある。太陽光パネルの価格は1995年モデルの場合、メーカーにより差があるものの、平均的な価格といえる600円/Wpとした。各設置工法(架台・工事)に関わるコストについては部材の積み上げにより算定した。

2.4 設置形態の標準化

表2に示す実際に設置されるシステム(設置形態)は構成機器(表1)の組み合わせにより構築される。ここでは、利用方法に応じて(1)小規模独立用途(No.11~No.42)、(2)低圧連系(LV)用途

(No.51~No.58)、(3)高圧連系(HV)用途(No.61~No.68)、(4)中・大規模独立用途(No.71~No.75)に分けて設置形態を設定した。小規模独立用途ではそれぞれの利用法に応じて設置形態を設定しているが、それ以外ではさらに設置工法技術の特徴を評価する目的で設置工法別に細分化して設置形態を設定した。

2.5 立地制約条件

システムの設置に関する立地制約は、普及規模に大きく影響を与える。本推定においては、設置形態によってシステムの設置に際して必要とする面積を2種類に分けて検討している。

通常、1kWpのシステムを設置するのに必要な面積はおよそ10m²といわれるが、架台型シス

表2 各種設置形態の構成機器一覧

設置形態	選択機器																			設置可能地域	備考	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19			
	太陽電池	DC独立用PC	AC独立用PC	低圧連系PC	高圧連系PC	地上低架台	地上高架台	地上MP型	構造一体型	屋上架台型	屋根据置型	構造物付設置	ブロータ型	低圧用CV	高圧用CV	低圧用BT	高圧用BT	独立用BT	補完電源			
11:門灯	0.01	○																	○			
12:庭園灯	0.03	○																	○			
13:道路照明	0.2	○																	○			
14:灯標	0.8	○																	○			
15:灯浮標	0.8	○																	○			
16:遊樂誘導灯	0.03	○																	○			
21:無線機0.4	0.4	○																	○			
22:無線機3.0	3	○																	○			
23:災害放送	0.03	○																	○			
24:交通標識	0.1	○																	○			
25:屋外時計	0.01	○																	○			
31:農事用	3	○						○														
32:地下水	3	○									○											
33:噴水	0.4	○						○														
41:換気扇	3	○										○										
42:乾燥機	3	○										○										
51:低圧連系地上	○			○		○									○					●	●	地上設置低架台低圧連系システム
52:低圧連系積雪	○			○			○								○					●	●	地上設置高架台低圧連系システム
53:低圧連系MP	○							○							○					●	●	地上設置モノポール型低圧連系システム
54:低圧連系一体	○								○						○					●	×	構造物設置一体型低圧連系システム
55:低圧連系架台	○									○					○					●	●	構造物設置低架台型低圧連系システム
56:低圧連系据置	○										○				○					●	×	構造物設置据置型低圧連系システム
57:低圧連系付設	○											○			○					●	●	構造物敷設型低圧連系システム
58:低圧連系水上	○												○	○						●	●	水上据置型低圧連系システム
61:高圧連系地上	○				○	○										○				●	●	地上設置低架台高圧連系システム
62:高圧連系積雪	○						○									○				●	●	地上設置高架台高圧連系システム
63:高圧連系MP	○							○								○				●	●	地上設置モノポール型高圧連系システム
64:高圧連系一体	○								○							○				●	×	構造物設置一体型高圧連系システム
65:高圧連系架台	○										○					○				●	●	構造物設置低架台型高圧連系システム
66:高圧連系据置	○											○				○				●	×	構造物設置据置型高圧連系システム
67:高圧連系付設	○												○			○				●	●	構造物敷設型高圧連系システム
68:高圧連系水上	○																○	○		●	●	水上据置型高圧連系システム
71:独立AC地上	○				○	○										○	○			●	●	地上設置低架台独立型AC用途システム
72:独立AC積雪	○						○										○	○		●	●	地上設置高架台独立型AC用途システム
73:独立AC-MP	○							○									○	○		●	●	地上設置モノポール型独立型AC用途システム
74:独立AC構造	○											○					○	○		●	●	構造物設置型独立型AC用途システム
75:独立AC水上	○																	○	○	●	●	水上据置型独立型AC用途システム

テムを2列以上設置する場合には1列前のPVパネルの影にならないように設置する必要がある。従って、図3に示すように多列設置を行う場合には、1kWあたりおよそ21m²が必要となる。

2.6 気象条件

システムの発電量に大きな影響を与える日射量は地域により大きく異なる。今回の分析を行うにあたり、気象条件及び地勢的条件を考慮した上で全国を25の地域に分割して検討を行った。設定した地域名と含まれる都道府県の一覧を表3に示す。なお、離島のように比較的日射条件のいい地域では、PVシステムの発電コストが低くなることが知られている。しかし、離島での設置がPVシステムの普及規模並びに普及過程に与える影響は大きくないことから²⁾、本分析では離島地域をあえて分けて検討することは行っていない。

また、積雪地域での設置には工法技術に特別な配慮が必要となる。積雪深が150cm以上の地域では雪の積雪荷重がPVパネル表面の荷重限度を越えるため設置が出来ない。また、積雪量が50cm～150cmの地域では雪によりPVパネル

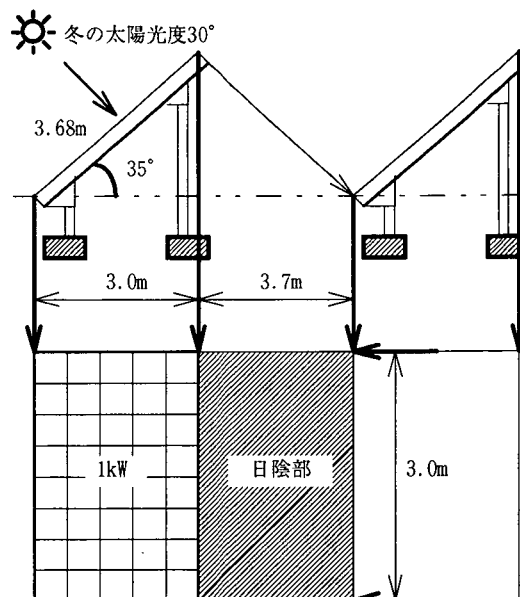


図3 PV多列設置時の必要面積

面が埋没するのを避けるために、架台の高さを高くする必要がある。そのため、10年再現最大積雪深の検討結果を用いて工法を選択し分析を行った。表4に10年再現最大積雪深出現確率を示す。

2.7 普及過程分析前提条件

普及過程分析に際しては種々の前提条件を設定する必要がある。将来の技術動向は特に大き

表3 検討対象地域の一覧

地域名	対象地域	地域名	対象地域
1 北海道	北海道	14 三重	三重県、和歌山県
2 秋田	秋田県、青森県	15 奈良	奈良県、大阪府
3 岩手	岩手県	16 兵庫	兵庫県
4 新潟	新潟県、山形県	17 広島	広島県、岡山県
5 宮城	宮城県	18 山口	山口県
6 福島	福島県	19 鳥取	鳥取県、島根県
7 茨城	茨城県	20 徳島	徳島県、香川県、愛媛県
8 群馬	群馬県、栃木県	21 高知	高知県
9 東京	東京都、千葉県、埼玉県、神奈川県	22 福岡	福岡県、佐賀県、大分県
10 岐阜	岐阜県、山梨県、長野県	23 長崎	長崎県、熊本県
11 静岡	静岡県、愛知県	24 宮崎	宮崎県、鹿児島県
12 富山	富山県、石川県、福井県	25 沖縄	沖縄県
13 滋賀	滋賀県、京都府		

な問題となる。PV システムが将来どの程度の効率を達成することが出来るかは、システムが将来のどの時点で市場に受け入れられるかに大きな影響を与える。

(1) システム効率

現在、新エネルギー産業技術・総合開発機構(NEDO)では2000年までにセル効率を20%とし、2010年までに薄膜化技術の商用化によりセルコストの低減を行うことを目標としている。本分析ではこの技術開発目標を踏まえて2000年までのセル効率を17%、2000年以降のセル効率を20%と仮定し分析を行った。

(2) 資金助成策 資金助成策については1994年の助成策が約50%であったことから、50%として分析を行った。また、助成の期間についてはデンマークにおける事例をもとに10年と設定した。これは、デンマークにおいて風力発電システムに対する資金助成を10年継続したことにより風力発電システムが火力発電システムと同等の発電コストまでにシステムコストが低減した。また、仏領ポリネシアでは10年以上所にわたりPVシステムの導入促進を進めてきた^[3]ことをもとに設定した。

(3) 長期限界費用上昇率

PVシステムと競合する系統電力の販売価格が長期的にどのようになるかはPVシステムの普及に大きな影響を与える。本検討では電力中央研究所の行った試算^[4]をもとに、2000年までの実質上昇率を0%、2000年以降の実質上昇率を年1%と仮定した。

3. PVシステムの普及規模

新工法を各種分野に適用した場合の究極普及規模と最大普及規模を表5に示す。表5(a)に示す「その他」とは門灯や僻地無線機など、検討を行った工法技術のいずれにも属さないもの示す。また、表5(c)の部門別普及規模に

表4 10年再現最大積雪深における
検討地域・階級別の出現率

	50cm未満	50cm-150cm	150cm以上
北海道	0.37%	92.72%	6.91%
秋田	0.00%	72.89%	27.11%
岩手	23.62%	74.87%	1.52%
新潟	2.31%	52.28%	45.41%
宮城	96.42%	3.58%	0.00%
福島	51.20%	44.88%	3.92%
茨城	100.00%	0.00%	0.00%
群馬	86.43%	12.28%	1.29%
東京	99.99%	0.01%	0.00%
岐阜	57.32%	38.62%	4.07%
静岡	98.92%	1.08%	0.00%
富山	0.00%	62.01%	37.99%
滋賀	84.28%	15.03%	0.69%
三重	97.91%	2.09%	0.00%
奈良	99.98%	0.02%	0.00%
兵庫	96.65%	3.19%	0.16%
広島	94.19%	5.76%	0.05%
山口	99.08%	0.92%	0.00%
鳥取	60.35%	37.88%	1.77%
徳島	99.28%	0.64%	0.07%
高知	98.32%	1.68%	0.00%
福岡	100.00%	0.00%	0.00%
長崎	100.00%	0.00%	0.00%
宮崎	100.00%	0.00%	0.00%
沖縄	100.00%	0.00%	0.00%

含まれる「その他」とは河川や海岸・湖沼のように土地利用形態上明確に各部門に分類できないものを集めてある。例えば、ダムの場合にはダムの所有者によって業務部門ないし公共部門に含めるべきものであるが、これらは一律にその部門にまとめて集計を行っている。

今回の分析を通じて、立地制約を考慮しないわが国の究極普及規模(Ultimate Potential)は1105.65GWpと推定された。また、立地制約を考慮したわが国の最大普及規模は46.58GWpと推定された。新工法の利用と立地制約の緩和により設置可能な地点が増えたため、1995年に行った普及規模の評価^[2]よりも多くなっている。また、NEDOが推定した導入規模35.5GWpより

も 10GWp ほど大きくなっている。

設置工法別では地上低架台/地上MP型工法が究極普及規模全体の約 32%ともっとも大きな規模を占めるが、比較的立地制約の厳しい場所に設置されることが多いため、最大普及規模としては全体の約 10%にとどまる。

一方、最大普及規模では、公共部門や業務部門等で利用される屋上架台型が全体の約 32%をしめる。家庭部門で主として利用される屋根据置型は全体の約 18%と屋上架台型に比べてポテンシャルは小さくなっているが、これは屋根材の代わりに PV パネルを用いる構造一体型のポテンシャルも比較的大きいためである。屋根据置型と構造一体型を合わせたポテンシャルは全体の約 36%となり、工法別普及量の中では最大のポテンシャルとなる。

また、高速道路防音壁等に使われる構造物付設型工法の場合には距離に比べて利用できる面積が限られてしまうため、全体に占める割合は約 1%以下と決して大きくはない。

一方、設置形態別に見た場合、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 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。

家庭部門、畜産・農業部門について大きなポテンシャルを持つその他の部門では全体に占める割合としては約 13%と前述の 2 部門に比べれば小さなポテンシャルである。しかし、ここに含まれる河川・湖沼等では新工法の利用による立地制約の改善によりポテンシャルの拡大が認められる。また、過程部門におい

表 5 新工法利用時の普及規模

(a)設置工法別普及規模

設置工法	究極普及規模 [GWp]	最大普及規模 [GWp]
地上低架台/地上MP型	459.24 (42%)	5.32 (11%)
地上高架台	199.45 (18%)	0.44 (1%)
構造一体型	71.14 (6%)	8.29 (18%)
屋上架台型	180.73 (16%)	14.55 (31%)
屋根据置型	71.34 (6%)	8.30 (18%)
構造物付設	6.80 (1%)	0.34 (1%)
フロート型	57.29 (5%)	2.88 (6%)
その他	59.65 (5%)	6.45 (14%)
合計	1,105.65	46.58

(b)設置形態別普及規模

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

(c)部門別普及規模

部門	究極普及規模 [GWp]	最大普及規模 [GWp]
僻地	626.47 (57%)	3.44 (7%)
畜産・農業部門	87.74 (8%)	8.45 (18%)
産業部門	3.21 (0%)	0.20 (0%)
輸送部門	27.43 (2%)	0.54 (1%)
業務部門	16.76 (2%)	0.70 (2%)
家庭部門	218.29 (20%)	26.20 (56%)
公共部門	9.43 (1%)	1.01 (2%)
その他	116.33 (11%)	6.04 (13%)
合計	1,105.65	46.58

ては屋根材一体型の影響から普及規模全体にしめる割合が大きくなっていく。

4. 普及過程分析

4.1 普及過程と普及量

2020年までの設置工法別太陽光発電システム普及過程を図2に、2040年までの長期的な普及過程を図3にそれぞれ示す。2020年までの間にシステムとして受容されるのは主として家庭部門の屋根材の代替として利用される構造一体型のシステムとなる。2004年までは構造一体型システムが補助金を受けることでブレークイーブンとなるが、普及量の絶対量が少ないため十分にシステムの構成機器単価が低下せず、補助終了後一時的に普及が停滞する。しかしながら、高い無線機などの設置形態では限界費用が高いことから、普及の停滞はなく、徐々にではある

が普及が継続する。このため、構成機器価格が緩やかに低下し、2010年頃から再び普及が加速する。2040年頃までにおよそ1200万kWpほど普及し、このときのPVパネルの価格は約120円/Wpまで低下する。(表6)

長期的な視点で普及過程を見た場合は構造一体型のシステムは2040年頃までにほぼ普及が終わり、リプレース需要のみとなっていく。

一方、2030年頃から主役となる工法技術は屋根据置型となる。屋根据置型では、屋根上にPVパネルを屋根上に設置するための機器分だけコスト的には構造一体型に比べて割高になるが、構造一体型の普及によりPVパネルの価格が低下し、設置工法の違いによるコスト上昇を十分に吸収できることとなる。

屋根据置型が既設建物に導入されるのに対して構造一体型が新設建物に導入されることを踏

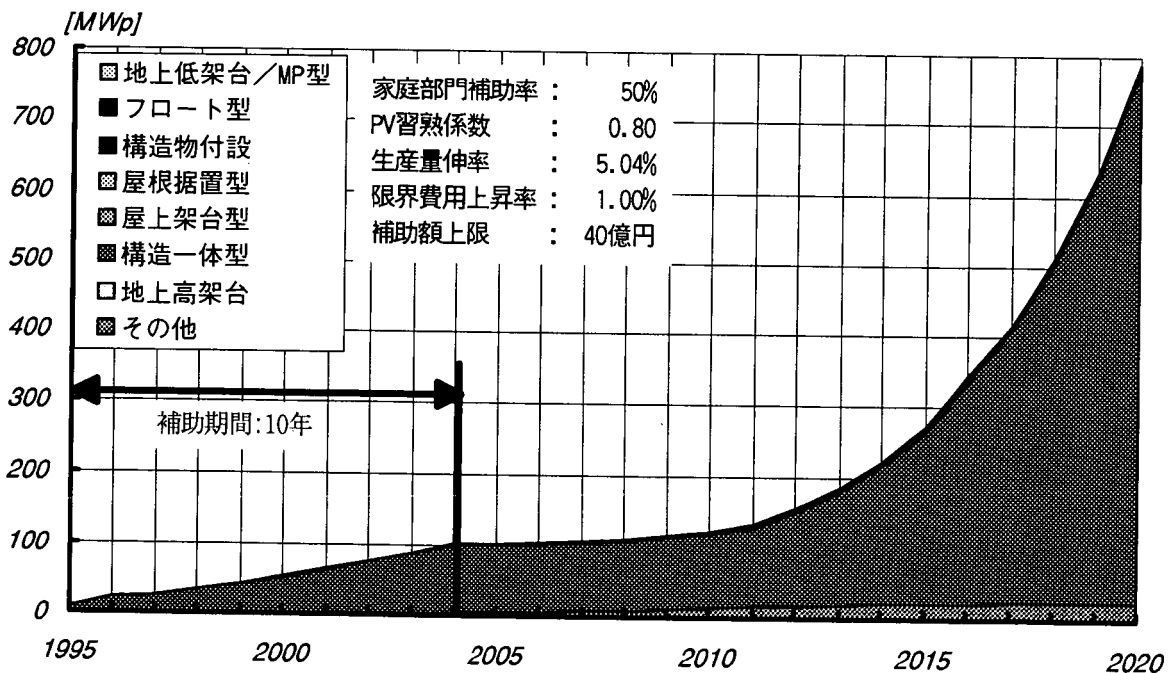


図2 設置工法別太陽光発電システム普及過程

表6 普及量とPVパネル価格低減

	2000	2010	2020	2030	2040
普及量 [MWp]	53.50	121.69	788.16	5,257.34	11,813.67
PVパネル価格 [YEN/Wp]	498	425	283	156	118

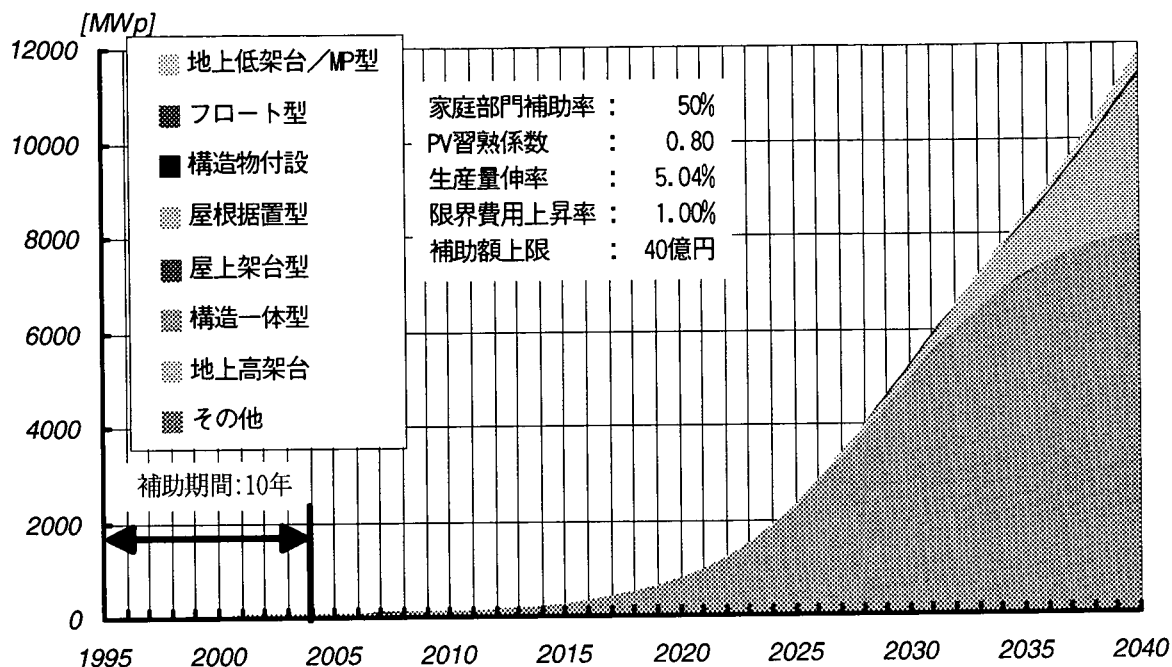


図3 設置工法別太陽光発電システム長期普及過程

まえると、2030年頃までの主なPVシステムの普及先は新設建物となり、既設建物も含めた設置先への普及が急速に進むのは2020年代後半からといえる。

また、2020年までに設置されるシステムの多くが家庭部門に設置される低圧連系型システムとなる。家庭部門に近い施設構造をしている小売商店やペンションのような施設にも一部で普及するが、家庭部門ほど大きな普及量とはならない。家庭部門の低圧連系型システム以外の普及先としては僻地等における無線機等のシステムや業務・公共部門における災害無線等で普及が見込まれるものの、1基あたりの出力規模が小さいこともあり、大きな比率を占めるにはいたらない。

4.2 立地制約の緩和による普及過程への影響

立地制約の緩和が将来の普及過程に与える影響を図4に、立地制約の緩和による普及量への影響を表7示す。立地制約の緩和は普及初期に

影響が出るわけではなく、補助期間が終了した後に出てくる。補助期間中は補助金年総額によって年間普及量が制約を受けるため、たとえ最大普及規模が大きくても補助期間中には普及量が機器価格のみに依存するためである。この制約は、助成金を受ける設置先がある一方で助成を受けずにシステムを受容する設置先の数に十分に小さいとの仮定によって成り立つ。実際問題として1994年度の助成策において抽選に漏れながらも設置したモニター申請者の量は皆無に等しい事からも容易にこの仮定が成り立つ。ただし、1994年度のモニター事業の時のように住宅メーカーが非当選者に対して行ったような優遇処置については考慮を行っていない。

2010年に立地制約の緩和による普及過程への影響が出てきてから2020年までに立地制約を緩和することで3倍の普及が見込める。このことは、システムの設置規制の緩和により、多額の補助を普及初期に行うことと同等の効果を引き出す可能性がある。

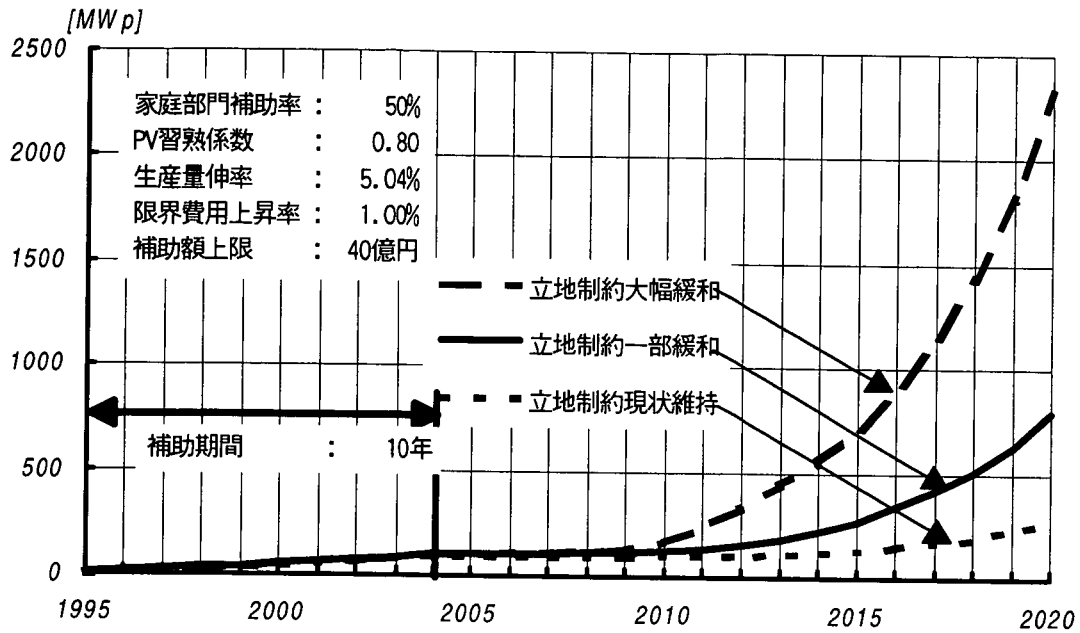


図4 立地制約の緩和による普及過程への影響

表7 立地制約の緩和による普及量への影響[MWp]

立地制約	2000	2010	2020	2030	2040
大幅緩和	52.83	171.07	2,321.41	14,131.36	31,102.15
一部緩和	53.50	121.69	788.16	5,257.34	11,813.67
現状維持	47.67	101.51	278.19	1,746.99	4,458.94

4.3 補助金の増額による普及過程への影響

家庭部門に対する資金助成額の増加が将来の普及過程量に与える影響を図5に、将来の普及量に与える影響を表8に示す。

助成額が増えることにより将来の普及量も増え、年間200億円で2010年の普及量は300万kWpに達する。ここで、資金助成期間終了後に普及量の伸びが大きくなっているのはシステムを受容する人が増えているにもかかわらず一部の受容家にしか資金助成が受けられないため、普及が阻害されていることによる。このことは、資金助成を200億円以上行う場合は、より短い助成期間でも助成終了後、継続的に普及拡大することを表している。助成金が280億円とした場合に継続的に普及が拡大するためには、ケー

スタディの結果、助成期間としては8年程度が妥当となった。このとき、2010年の普及量は政府目標の460万kWpに及ばないものの、310万kWpとなる。

一方、年助成金を増額していても線形的に将来の普及量が増加していない。このことは、助成額に対する普及促進効果にもっとも最適なパレート点が存在することを表している。

5. PV普及による影響

PVシステムによる発電電力量を用いて、PVシステムが昼間のピーク電源の発電量を低減した場合の石油燃料消費の削減量とCO₂削減効果を算出した。ここでは、PVシステムがピーク時間帯に運用されている石油火力発電システム

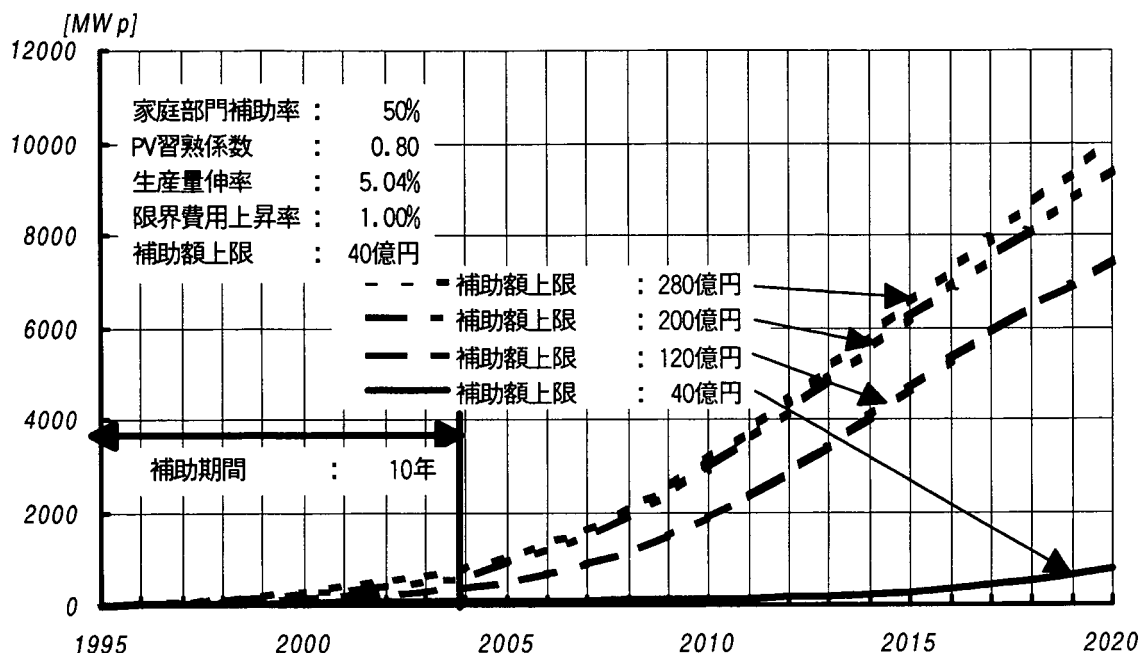


図5 資金助成が普及過程へ与える影響

表8 資金助成額が普及量に与える影響

補助額上限	2000	2010	2020	2030	2040
40 億円	53.50	121.69	788.16	5,257.34	11,813.67
120 億円	152.68	1,873.31	7,427.21	12,981.80	18,282.78
200 億円	265.02	2,940.43	9,377.54	15,684.51	19,245.89
280 億円	312.73	3,117.37	10,075.29	16,279.61	19,993.45

と代替したと想定している。排出量原単位としては石油火力発電所の運転に伴う燃料消費によるCO₂排出量原単位を用いて192[g-C/kWh]^[5]とした。

PVシステムがピーク電源である石油火力発電システムと代替した場合の太陽光発電システムによる年間の石油燃料消費の削減量を表9に、年間のCO₂排出削減量を表10にそれぞれ示す。

年間の助成金支出上限を40億円/年とした場合の排出削減量は2040年に約298[万t-C/年]となるにとどまる。一方、年間の助成金支出上限を280億円/年とした場合には、2040年で石油燃料の消費量を637万kl節約することが出来るため、結果的にCO₂排出量は約499[万t-C/年]抑制される。また、この量は1991年のわが国の

表9 太陽光発電システムによる石油燃料消費の削減量

助成金 支出 上限	石油燃料消費の削減量 [万kl/年]			
	2010	2020	2030	2040
40億円/年	3.82	26.81	180.75	402.19
160億円/年	74.15	283.62	503.52	634.59
280億円/年	106.24	343.99	553.04	673.23

表10 太陽光発電システムによるCO₂削減量

助成金 支出 上限	CO ₂ 排出量の低減量 [万t-C/年]			
	2010	2020	2030	2040
40億円/年	2.83	19.89	134.11	298.42
160億円/年	55.02	210.44	373.61	470.87
280億円/年	78.83	255.24	410.35	499.53

CO₂ 排出量 31,880 万 t-C/年^[6]の 1.5%、電気事業と自家発による CO₂ 排出量 10,998 万 t-C/年の 4.5%に相当する。

6. おわりに

以下に本分析評価で得られた結論をまとめる。

- 1) 開発したモデルを用いて分析した結果、新工法技術を利用し、導入分野を広げた結果、我が国の最大普及規模は約 46GWp と推定された。
- 2) 現在行われている助成策を 10 年実施しても、生産量伸びが小さいため価格が十分に下がりにくい。このため、この施策では急激な普及拡大は 2030 年以降となる。
- 3) 2010 年 460 万 kWp の政府目標を達成し、普及を拡大するためには年間 280 億円の資金助成を 8 年程度は行う必要がある。

- 4) このとき、PV システムがピーク用石炭火力発電システムを代替する考えた場合には kW 価値を考慮しても CO₂ 発生量を 2010 年で年間約 79 万 tC 削減することが出来る。

【参考・引用文献】

- [1] 今村、内山、「分散型電源普及分析手法と太陽光発電システム普及分析モデルの開発」、電力中央研究所報告 Y93009
- [2] 今村、内山、「太陽光発電システムの普及分析」、電力中央研究所報告 Y94011, 1995 年 7 月)
- [3] 今村、内山、「太平洋諸島諸国における太陽光発電」、電力経済研究 No32, 1993 年 6 月
- [4] 服部他、「中期経済社会・エネルギー展望'95」、電力経済研究 No35, 1995 年 12 月
- [5] 内山、山本、「発電プラントの温暖化影響分析」、電力中央研究所報告 Y91005、P13、1992 年月
- [6] 「エネルギー・経済統計要覧 1993 年版」、(財)省エネルギーセンター、P38

(いまむら えいいち
技術評価グループ
うちやま ようじ
技術評価グループ)

英国電気事業における民営化後の経営動向

Management Changes of British Regional Electricity Companies after Privatisation

キーワード：規制緩和、電気事業、企業評価、企業文化、経営戦略

蟻 生 俊 夫

1. はじめに

平成7年12月、発電市場における競争導入等を盛り込んだ改正電気事業法が施行された。今後の電気事業には、この規制緩和の後に起こる変化や影響をしっかりと踏まえた上で企業経営に取り組んでいく必要がある。

規制緩和後の企業経営という場合、経済成長や雇用情勢など、マクロ経済に与える効果を計測した研究は散見される。他方、各企業の経営、組織戦略といったミクロな部分に関する実証分析は、非常に少ないのが現状である。新商品サービスの創出や従業員モラルの向上など、業界ヒアリング調査主体の報告は存在する。けれども、それらがどの部分、もしくはどの程度まで影響するのかといった点まで言及した研究は、なかなか進展していない。

特に電気事業の場合、他の公益事業と比して、世界的に見ても規制緩和の歴史は浅く、その実証分析は今まで困難な状況にあった。ただし、英国電気事業においては、大胆な規制緩和の実施から5年以上の歳月がたち、何らかの評価が可能な時期になってきている。

そこで本研究では、規制緩和の面で先進的な英国電気事業を対象に、多岐にわたる経営データの収集を行い、規制緩和の影響をできる限り幅広い視点から検討してみる。

2. 英国配電会社の民営化と企業評価

2.1 英国配電会社の概要

海外に目を向けてみると、今では全世界的ともいえる規制緩和の潮流の下、電力市場自由化の議論が盛んである。英国では、サッチャー政権の下、1984年の通信、1986年のガスに引き続き、1990年4月1日、電気事業が民営化された。この際、新たに発電市場の自由化、プール制にもとづく入札制度が導入されている。また、小売供給部門については、契約規模1,000kWを超える需要家が配電会社を自由に選択できるようになった。1994年には、100kWを超える需要家までに拡大され、さらに1998年には、契約規模の大きさを問わず配電会社を自由に選択できる予定である。民営化に始まった英国の規制緩和は、まだまだ変化の途上といえるが、他の多くの国における規制緩和の急速な進展を鑑みても、何らかの中間評価を期待するニーズは高く、それを実施する意義は深い。

英国でもイングランドおよびウェールズ地区の場合、1990年の民営化後、配電12社と送電1社、発電3社に分割された。そこで配電会社は、国営の12配電局からの地域割をそのまま引き継ぐ形で成立した。したがって、経営指標の面から民営化前後の変化をとらえることが可能である。加えて、これらは日本同様、基本的に地域独占の形式を持つ。以上より、イングラ

ンド、ウェールズに存在する配電 12 社は、日本の電気事業との比較で適当な事例と見なせ、本研究で分析対象とした。

2.2 企業評価と調査項目

規制緩和が企業経営に及ぼす影響を分析するにあたって、さまざまな角度から企業をとらえようとする企業評価の枠組みの中で考えていくと、いっそう客観的、網羅的な分析が可能である。しかし、実際に総合的な企業評価を行う枠組みについては、その必要性とは裏腹にまだ確立しているとはいえない。経済的、社会的目的について、いずれも独立した形で取り上げられてきたのが現状といえる。

当所では、そうした問題点等も踏まえ、経済性と社会性を考慮した経営分析の考え方として 3 面評価を提唱している。この 3 面評価では、「企業は、経営資源から経営活動、経営成果にいたる好循環を通して成長していく」という仮説の下、その永続的な発展を念頭に置いて、企業評価に必要な項目を整理している。表 1 に示すように、アウトプットである経営成果に加え

て、インプットである経営資源やプロセスである経営活動、さらにはカネ以外のヒトやモノ、情報までも取り入れて評価、分析できるのが特徴である。

ここで分析に使用するデータは、財務諸表のみならず幅広い領域からとらえており、年次報告書やアンケート調査等により適宜捕捉しなければならない。表 1 のように、B/SとP/Lに加え、経営資源の 1 つである企業文化・組織風土に関する項目と、経営戦略・活動に関するさまざまな項目は、3 面評価で重要な役割を持つ。これらは企業成長と深く関係し、長期的、間接的にカネを中心とする経済的成果に強い影響を及ぼすと予想される。

本研究では、英国配電会社を対象に、民営化前後のさまざまな経営指標の変化を確認するとともに、企業文化や経営活動等をフレームワークとしたアンケート調査を実施し、その評価を行っていく。すなわち、企業性と社会性を同一の土俵に置いた企業評価アプローチによって英国配電会社の経営動向を分析してみる。

表 1 経営分析の拡大・深化した枠組みと本研究の対象領域

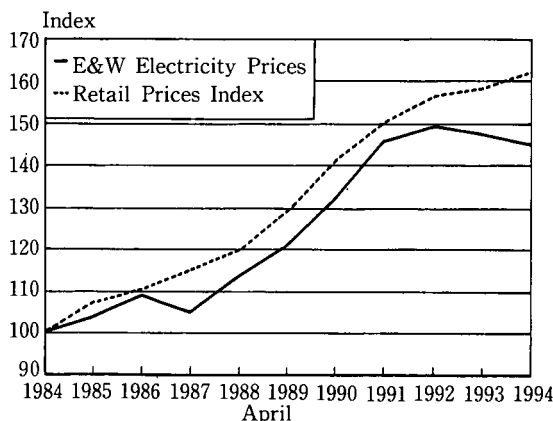
		問題となる経営側面		
		経営資源	経営活動	経営成果
ヒ	ト	●従業員の状況 ☆従業員数 ○年齢、勤続年数 ○役職、所属部署 ○経歴 ○月平均残業時間 ○通勤時間	○人材育成 ○労働時間短縮 ○社内コミュニケーションの向上 ○調査・研究開発力の向上 ○女性管理職の登用 ○福利厚生制度・施設 ○社外重役の導入 ○労働組合活動 ○合理化・省力化	●従業員満足度 ○経営者イメージ ☆顧客満足度
		●企業文化・組織風土	○地域貢献活動 ○顧客満足度の向上 ○社風・企業イメージの改善 ○社会福祉活動 ○文化支援活動 ○財界活動 ○国際化戦略 ○情報化戦略 ○広報活動	☆NO. 1 排出量
報	モ	貸借対照表 (B/S)	○省資源・省エネ活動 ○経営多角化 ○売上高拡大・シェアアップ ○新商品・サービス開発	●財務業績 ☆収益性 ☆成長性 ☆生産性 ☆安定性 ☆価格水準
ノ	カ		○財務内容の改善 ○株主配当の向上	損益計算書 (P/L)
ネ				

(注) ○：アンケート調査によるデータ収集、☆：文献・資料調査によるデータ収集
●：いくつかの下位概念を有する項目
・経営活動のヒト、情報等の分類は一義的でない場合も考えられ、ここでは破線で区分した

3. 英国配電会社の民営化前後の経営変化

3.1 電気事業における経営指標の変化

規制緩和の効果という、まず引き合いに出されるのが商品価格の変化であろう。英国配電会社において、民営化前後の電気料金の推移を表したものが図1である。民営化後、電気料金の上昇が各方面から指摘されたが、その状況を追認できる。ただし、小売物価指数と比べると、それ程大きな上昇でないとも見なせる。この上昇には、燃料コストや人件費等、他のさまざまな要因が絡んでいるものと推察される。1991年以降、料金上昇は、物価上昇に比してむしろ緩やかになる傾向も読みとれる。

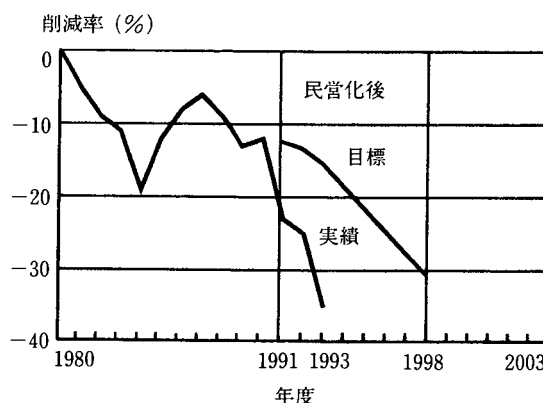


(注) April 1984=100, Prices exclude Rebates and VAT
・文献[2]より抜粋

図1 イングランド・ウェールズの電気料金と物価指数

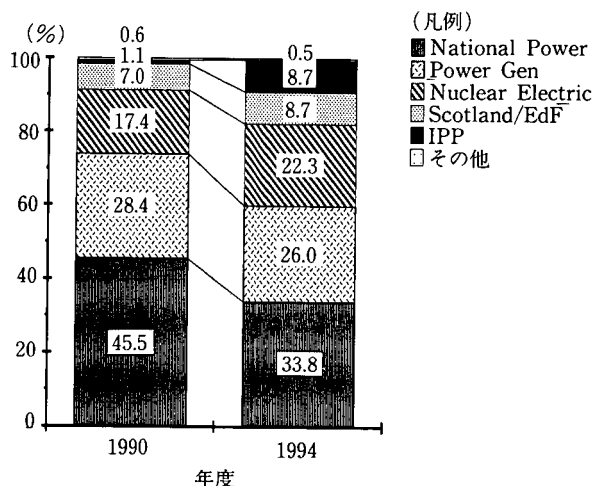
また、電気事業の場合、公益事業として、安定供給や地球環境問題等への対応も重視されよう。図2は、その一例として、英国電気事業におけるNO_x 排気量を調査した結果である。これを見ると、民営化後、削減目標を明示しながら取り組み、NO_x 排気量は順調に低下している。規制緩和は、社会性として重要な環境問題に対しても好影響を与えている。

さらに図3は、発電市場のシェア変化に焦点をあてたものである。民営化直後、独立系発電事業者 (IPP) のシェアはかなり少なかった。しかし、4年後、それが確実にシェアを伸ばしており、英国電気事業に競争環境が整いつつあ



(注) 基準レベル=1980年
(出所) Digest of Environmental Statistics No.17 1995

図2 英国・発電所におけるNO_x排気量の推移



(出所) Energy Settlements and Information Services Ltd

図3 イングランド・ウェールズの発電シェアの変化

る状況を確認できる。これは、規制緩和の大きな成果といえそうだ。

3.2 配電会社における財務指標の変化

次に、12 配電会社の年報にもとづき財務データを集計し、民営化前後の経営指標の動きを確認してみる。いわゆる財務分析の領域であり、これは、3面評価でも大きなウェイトを占める。経営成果として、収益性と成長性、生産性を表す3指標と、それら12社間の標準偏差による安定性の指標を取り上げ、その動向を分析した結果を図4に示す。図4では、民営化の前後4年間ずつ計8年間の動きを表している。収益性には総資本経常利益率、成長性は対前年度売上高増加率、生産性は1人当たり売上高と、それ

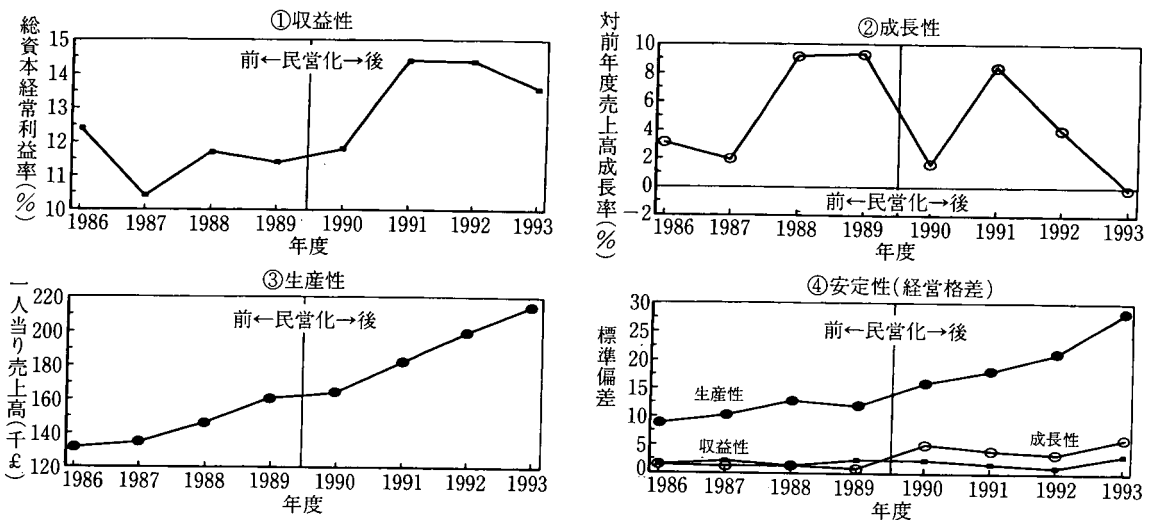


図4 英国配電会社の経営指標の推移

それぞれもっとも代表的と思料される指標を選択した。安定性となる標準偏差は、各指標の12社間のバラツキを表しており経営格差と見なせる。

算出に用いたデータは、単独の会社ではなく、原則としてグループ大の数字を使用している。いずれの配電会社も、積極的に経営多角化を推進しており、総合的、現実的な経営状況の把握には、こうした方法が適切と判断した。

図4を見ると、民営化後、収益性と生産性が堅実に改善している様子を確認できる。これは、図5のように、従業員数の削減が大きく寄与したとみられる。また、成長性については、あまり変化が見られない。民営化後、本業である

配電事業の成長性の低下をグループ大で何とか現状維持に止めている結果と解される。

経営格差については、民営化後、生産性と成長性は、12社間でバラツキが大きくなる傾向を示している。平均値で比較すると、収益性でも格差は若干拡大している。これより、競争的な経営環境の生成を裏づけられ、ますます各社独自の経営戦略を望まれる状況と見てとれる。最近、表2に示すように、いくつかの配電会社で買収の話題が上ってきている。規制緩和は、公益事業として横並び的な業界にとって大きな転換点といえよう。今後とも民営化後の経営活動の変化には注意していく必要がある。

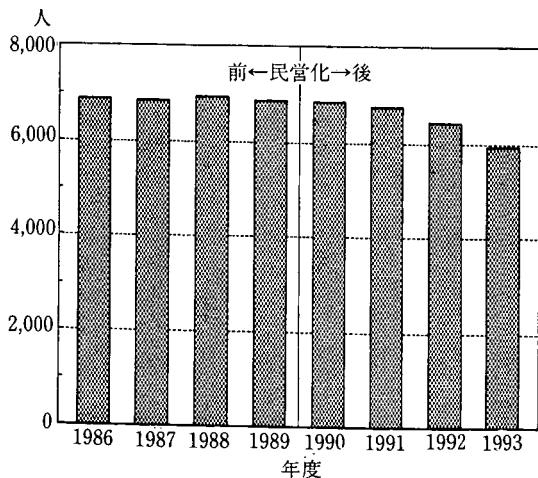


図5 英国配電会社の従業員数の推移

表2 英国配電会社のM&A

配電会社名	買収企業	買収総額 (億ポンド)
ノーウェブ	英ノース・ウェスト・ウォーター (水道会社)	18.3
サウス・ウェールズ・エレクトリシティ	英ウェルシュ・ウォーター (水道会社)	8.7
イースタン	英ハンソン (コングロマリット)	25
サウス・ウエスタン・エレクトリシティ	米サザーン (総合電力会社)	11
シーボード	米セントラル・アンド・サウス・ウェスト (総合電力会社)	16
マンウェブ	英スコティッシュ・パワー (総合電力会社)	11
ミッドランズ・エレクトリシティ※	英パワーゼン (発電会社)	19.5
サザーン・エレクトリック※	英ナショナル・パワー (発電会社)	28

(注) ・買収の合意が成立あるいは買収が完了した案件。
 ・※印は英独占・合併委員会が調査中の案件。
 ・日本経済新聞朝刊記事 (1995年12月13日付) より抜粋。

4. アンケート調査に見る英国配電会社の経営動向

4.1 従業員アンケート調査の概要

年報や財務分析だけでは十分とらえられなかった企業文化や経営活動について、英国配電会社の従業員を対象に表1に示すような項目内容でアンケート調査を実施した。これより、前章で指摘された競争環境の生成や経営格差拡大の内容等について詳細に追求していく。本来、民営化前後でさまざまな経営側面に対する比較分析を行うのが理想である。しかし、残念ながら民営化前の資料は存在しない。そこで次善策として、日本の電気事業に対する調査結果を参考に、英国配電会社の企業経営の特徴を評価する方法をとっていく。

表3に今回の調査概要を示す。英国においては、電気事業の従業員165人、日本においては、電気事業の従業員130人を対象にした。調査対象は、サンプル間で属性による相違が極力僅少となるよう、また、企業の現状にできる限り近い結果が得られるよう、いずれも本店勤務の男性中堅ビジネスマンに限定している。調査では、いずれの対象も、年齢35歳程度、勤続年数10年程度と、当初期待通りにサンプルを得られた。回収数や回収率から見ても、これから日英比較

等を展開していく上で信頼できるデータといえる。

4.2 日英電気事業の経営比較

(1) 企業文化

現状では、企業文化や組織風土といった抽象的概念の実態を計測する確固たる基準、手法は存在しない。ここでは、図6に掲げるような企業文化に関連する数多くのキーワードを取り上げて従業員意識の全体的な傾向を調査し、その把握を試みた。

アンケートでは、回答者の認知度の違いから定量的に5段階に分けて評価を行っている。例えば、「軽薄」と「重厚」のような対になるキーワードを提示し、「左に近い」-2点、「やや左に近い」-1点、「どちらともいえない」0点、「やや右に近い」1点、「右に近い」2点と点数を与えている。そして、日英電気事業の平均値を算出し、図6を作成した。これより、英国配電会社と日本電気事業の違いを一見して識別できるようにした。また、図6の縦軸の項目は、日英電気事業の間で平均値の差による検定を行い、そのt値の大きさ順に上から並べている。

英国配電会社は、「トップダウン」や「生え抜き」「男性的」「利益志向」などの点で目立っている一方、日本の電気事業は「地味」や

表3 日英電気事業へのアンケート調査概要

I. 英国電気事業 ①調査時期: 1995年2月1日～3月10日 ②調査地域: イングランドおよびウェールズ地区 ③調査対象: 年齢35歳、勤続10年程度の男性中堅従業員(個人) ④サンプリング: 配電会社における本店勤務の条件該当者を無作為抽出 ⑤サンプル数: 設定165人(Eastern Electricityを除く11配電会社: 15人*) 回収94人(57.0%) ⑥調査方法: 質問紙郵送法	
II. 日本電気事業 ①調査時期: 1993年1月22日～2月10日 ②調査地域: 全国 ③調査対象: 年齢35歳、勤続10年程度の男性中堅従業員(個人) ④サンプリング: 本店勤務の条件該当者を無作為抽出 ⑤サンプル数: 設定130人 〔東京・関西電力: 20人 北海道・東北・中部・北陸・中国・四国・九州・沖縄電力、電源開発: 10人 回収116人(89.2%) ⑥調査方法: 質問紙郵送法	

(注) * 当初、英国イングランド、ウェールズにある全ての配電会社12社への調査を予定していた。しかし、Eastern Electricityについては、調査時に組織改革と重なってしまい、その実施を見送った。

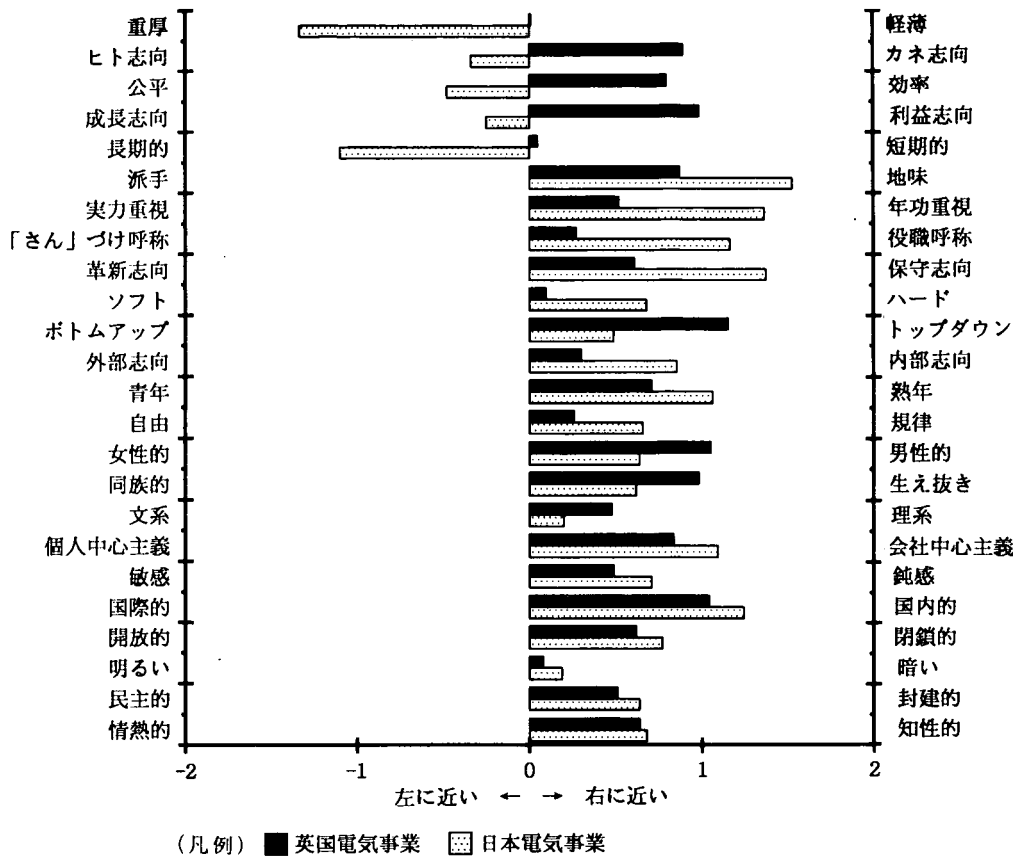


図6 日英電気事業の企業文化の現状

「保守志向」「年功重視」「重厚」などに近く、かなり違った雰囲気をもっている。

両者で平均値の差を検定した結果に着目すれば、英国の場合、日本に比べ、「カネ志向」や「効率」「利益志向」「トップダウン」などに有意に特徴的である。一方、「重厚」や「ヒト志向」「公平」「成長志向」「長期的」「地味」「年功重視」「役職呼称」などについては、日本の方が際立っている。株主を第一に利益至上主義に走っている様子を観察できる。

(2) 経営活動

従来の財務分析で十分に評価できなかった経営活動についても、先の企業文化同様、5段階評価により調査している。「積極的」「やや積極的」「どちらともいえない」「やや消極的」「消極的」の選択肢に対し、それぞれ2点、1点、0点、-1点、-2点と点数を与え、その

平均値を算出している。その結果を図7に示す。

英国配電会社の場合、日本と比べると、「株主配当の向上」や「合理化・省力化」「顧客満足度の向上」「経営多角化」などに有意に積極的とわかる。一方、「労働時間短縮」や「調査・研究開発力の向上」「福利厚生制度・施設の改善」「地域貢献活動」「文化支援活動」「人材育成」については有意に消極的である。

電力市場成長率の点において、英国電気事業は、日本以上に成熟産業に位置づけられる。先の企業文化で既述のように、株主配当や企業収益の向上を第一目的とするが故に、合理化・省力化や財務内容の改善、情報化といったリストラに必死に取り組むというストーリーが浮かんでくる。これら経営活動は、財務指標と直接的な関連を想定できるものであり、前章で指摘した経営格差拡大の重要な要因と推察される。

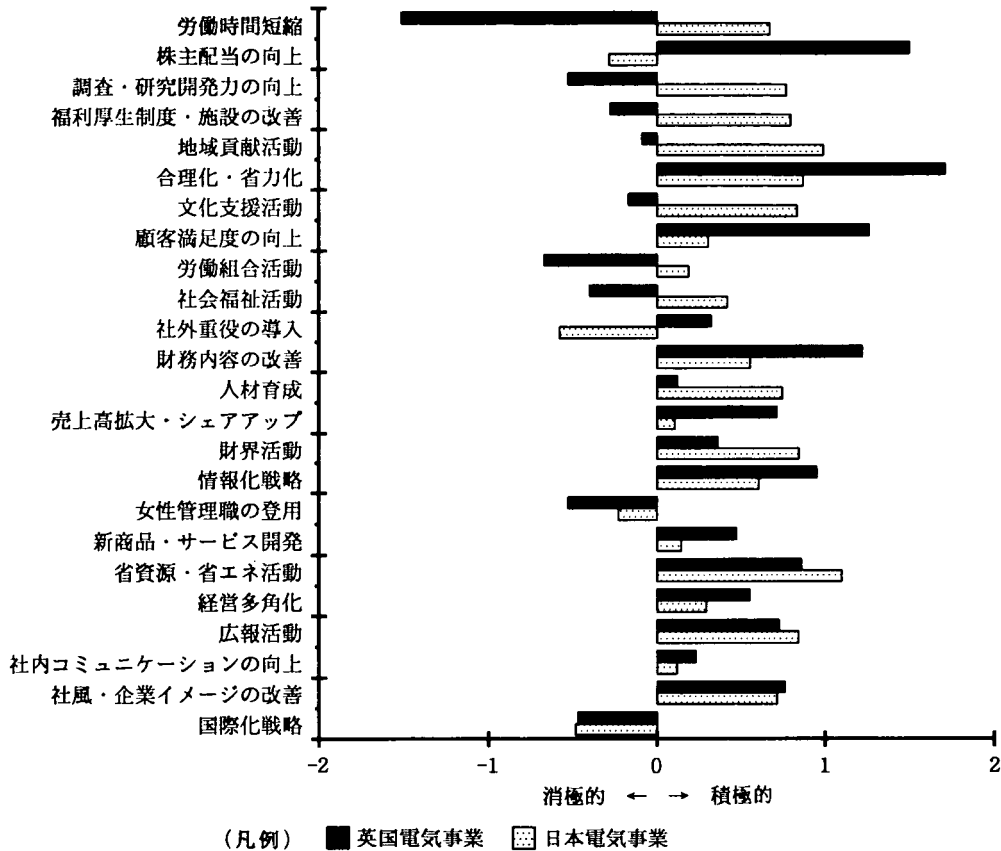


図7 日英電気事業の経営活動の現状

合理化では、既に図5で見たように、人員削減を無視できない。各配電会社では、全体の従業員数の減少はもちろん、本社間接部門の人員削減を行いながら多角化部門に新しい人材を投入するといった、トータルな数字では把握できない変革を強力に推進している。同時に、こうした変革をスムーズに行うための組織改革や権限の委譲、外部役員の導入等も多い。

また、顧客満足の向上については、民営化後に起こっている競争激化の中で、電気という商品により高い付加価値を追求している。英国の場合、この流れとも関連し、「新商品・サービスの開発」にかなり前向きである。各配電会社とも、民営化後、図8のような顧客サービスに対する補償基準を公表し、顧客満足の向上に努めている。その結果、顧客サービスは、図9のように確実に改善している。こうした側面も規

制緩和の影響を見る上で重要といえよう。

5. おわりに

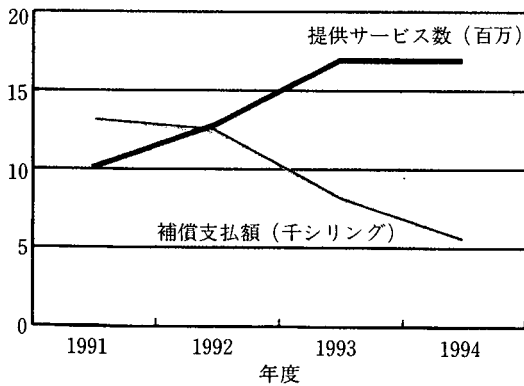
本研究では、英国配電会社を対象に、文献・資料やアンケート調査によって多岐にわたる経営データの収集を実施し、民営化の影響をさまざまな角度から検討してみた。

英国配電会社の場合、民営化前後で経営指標の動向を見てみると、収益性や成長性、生産性について、民営化が企業経営に有効な経済的成果を与えている状況を確認できた。また、各社間で経営格差は徐々に広がっており、より競争的な経営環境の生成も認められた。

企業文化と経営活動について、アンケート調査にもとづき日英電気事業を比較してみると、英国の場合、短期的な合理化、利益追求に前向きである反面、長期的な社会貢献活動や人材育

MEB Midlands Electricity plc		GUARANTEED STANDARDS OF SERVICE		MEB Midlands Electricity plc	
Guaranteed Standard	Performance Level			Payment	
1. Service fuse failure	Attend within 3 hours of notification during normal office hours			£ 20	
2. Restoration of supply after a failure of our distribution system	Restore supply within 24 hours			£ 40	
	Domestic			£ 100	
	Non-Domestic			£ 20	
3. Provision of supply	Plus for each subsequent 12 hour period				
	Make appointment within 2 working days - Domestic			£ 20	
	5 working days - Non-domestic			£ 20	
	Other - as agreed				
	Failure to keep an agreed appointment				
4. Estimated costs of new, additional or altered supply	Domestic			£ 40	
	Non-Domestic			£ 100	
4. Estimated costs of new, additional or altered supply	Provide estimate where:				
	No Extension required - within 5 working days			£ 40	
5. Notice of supply interruption	Extension required - within 15 working days			£ 40	
	Provide 7 days notice of a planned interruption				
6. Voltage complaints	Domestic			£ 20	
	Non-Domestic			£ 40	
6. Voltage complaints	Where a visit is necessary make (and keep) appointment within 10 working days			£ 20	
	Where a visit is unnecessary provide reply within 5 working days			£ 20	
7. Meter accuracy disputes	Where a visit is necessary make (and keep) appointment within 10 working days			£ 20	
	Where a visit is unnecessary provide reply within 5 working days			£ 20	
8. Responding to account enquiries	Provide a substantive reply within 5 working days			£ 20	
9. Appointments	Attend as agreed			£ 20	

図8 顧客満足改善策 (Midlands Electricity の例)



(出所) OFFER Reports on Customer Services

図9 英国電気事業における民営化後の顧客対応の推移成など、社会性関連の項目が消極的である状況を見てとれた。

日本の電気事業には、こうした傾向を素直に受け入れるのではなく、良い、もしくは悪いと思われる箇所をここで明確にし、バランスのとれた企業文化や経営活動を展開することが望まれている。

なお今後は、米国電力会社や日本の一般企業をはじめ、他のさまざまな事例も詳細に分析し、特にアウトソーシングや人員削減など、リストラの効果的な推進方法について検討していく。

【参考文献・資料】

- [1] 蟻生俊夫(1993)：企業の総合経営力評価；電力中央研究所報告 Y92012
- [2] 蟻生俊夫 他(1994)：電気事業の従業員満足度の現状と課題；電力中央研究所報告 Y93011
- [3] 蟻生俊夫(1994)：中堅ビジネスマンの満足度の現状と要因分析；電力中央研究所報告 Y93010
- [4] 蟻生俊夫(1996)：規制緩和が電気事業経営に及ぼす影響；電力中央研究所報告 Y95008
- [5] Electricity Association(1994)：The British Electricity System；Electricity Association Services Limited
- [6] 加護野忠男 他(1983)：日米企業の経営比較；日本経済新聞社

(ありう としお 経営グループ)

世界土地利用エネルギーモデルによるバイオエネルギー・ポテンシャルの評価

An Analysis of Bioenergy Potential with a Global Land Use and Energy Model

キーワード: バイオエネルギー、土地利用モデル、バイオマス・フロー
バイオマス残余、廃棄物エネルギー、バイオマス・バランス表

山本博巳 山地憲治

1. はじめに

バイオエネルギーは、人類の持続可能な発展のための主要なエネルギー資源の一つとして期待されている。適切に管理されたバイオマスは、再生可能であり、かつネットでCO₂を排出しない。しかし、バイオエネルギー・ポテンシャルは無限ではない。バイオマス生産量には土地制約があり、生産されたバイオマスの相当量は食料と原材料の用途に確保されねばならない。将来の世界の人口増加と経済発展は、バイオマス需要を増加させ、バイオマス生産の土地利用競合を顕在化させるであろう。一方、バイオマスの収穫から加工、消費に至るバイオマス・フローの各段階で発生するバイオマス残余の一部は、バイオエネルギーとして利用可能である。従って、バイオエネルギー・ポテンシャル評価のためには、土地利用競合とバイオマス・フローを総合的に分析する必要がある。

本研究の目的は、土地利用の競合を考慮しながら、世界のバイオエネルギー・ポテンシャルを評価することにある。このため、著者らは、SD（システムダイナミクス）の手法による、世界土地利用エネルギー・モデル（Global Land Use and Energy Model: GLUE）を開発した[1][2][3]。GLUEでは、食料需給を考慮して、余剰耕地からのエネルギー作物生産量を計算するとともに、収穫されたバイオマスが、加工プロセスを経て

消費・廃棄され、廃物（紙スクラップなど）の一部がリサイクルされるバイオマス・フローを考慮し、フローの各プロセスで発生するバイオマス残余の発生量とそのバイオエネルギー・ポテンシャルを検討する[4][5]。

また、著者らは、バイオマス資源評価のための様々のバイオマス関連統計の共通フレームワークとして、「バイオマス・バランス表」を開発した[1][2][6]。バイオマス・バランス表は、バイオマス・フローを定量的かつ一覽的に明示可能であり、GLUEのシミュレーション結果の分析に用いられる。

本報告では、GLUEの構造、データ設定、シミュレーション結果の順に研究を紹介する。なお、研究の詳細については、文献[1],[4]を参照して欲しい。

2. 世界土地利用エネルギー・モデル（GLUE）の構造

本章では、世界土地利用エネルギー・モデル（Global Land Use and Energy Model, 略称: GLUE）の構造を説明する[1]。説明は、モデルの概要、バイオマス関連データの分類、モデルの計算手続きの順に進めていく。

2.1 モデルの概要

世界土地利用エネルギー・モデル（GLUE）の概要を以下に示す。

(1) モデル化の手法

本モデルは、SD（システム・ダイナミクス）手法によって記述されている。SD手法は、バイオマスのストックとフローの関係を明示的に記述することに適している。

(2) シミュレーション期間

1期を1年として、1975年から2100年までの、125年間のシミュレーションを行う。

(3) 地域分割

本モデルでは、世界を先進地域と発展途上地域の2地域に分類した。先進地域は、OECD諸国（トルコを除く）、旧ソ連東欧、イスラエル、南アフリカから構成される。途上地域はそれ以外の地域である。

(4) モデル内のサブモデル

図1に示すように、GLUEは土地利用サブモデルとエネルギー・サブモデルから構成される。

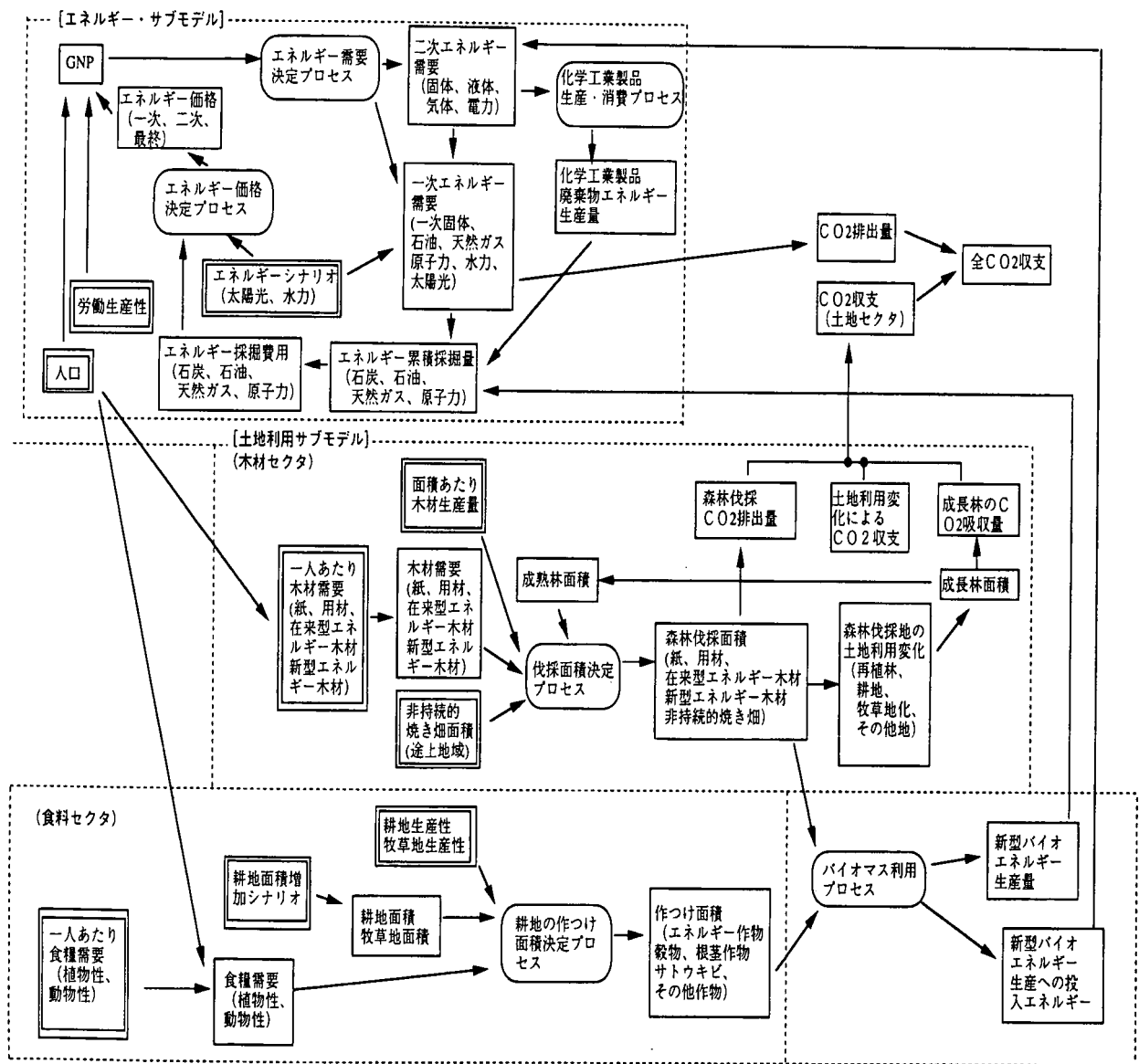


図1 モデルの概要

(5) 土地利用サブモデル

土地利用サブモデルは、文献[3]で報告したものを拡張したもので、食料セクタと木材セクタの2セクタから構成される[1][2]。本サブモデルでは、紙 (paper)、用材 (timber)、食料 (food)、飼料 (feed)、エネルギーなど、様々なバイオマ

ス用途の間の、土地利用の競合を表現する (図1)。また、本サブモデルは、飼料 (作物、牧草、魚介類を含む) から肉類へのフードチェーン、紙のリサイクリング、及び様々なバイオマス残余 (biomass residues) の発生などの、バイオマス・フローを含んでいる (図2) (図3)。

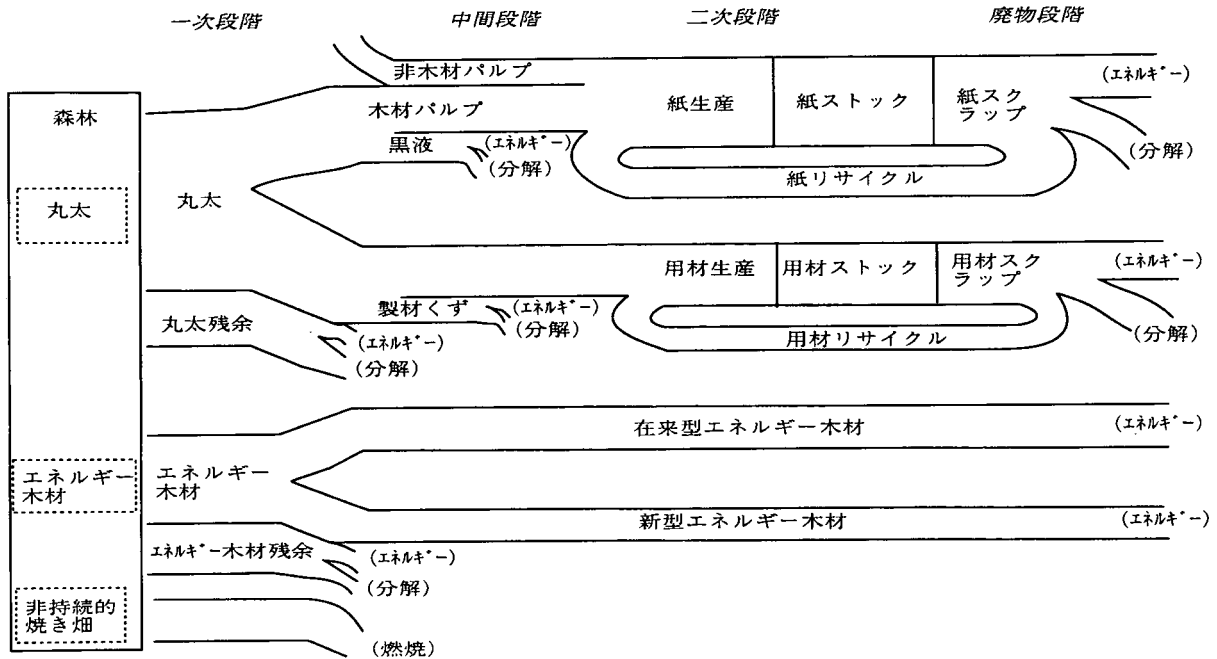


図2 木材バイオマスのフロー

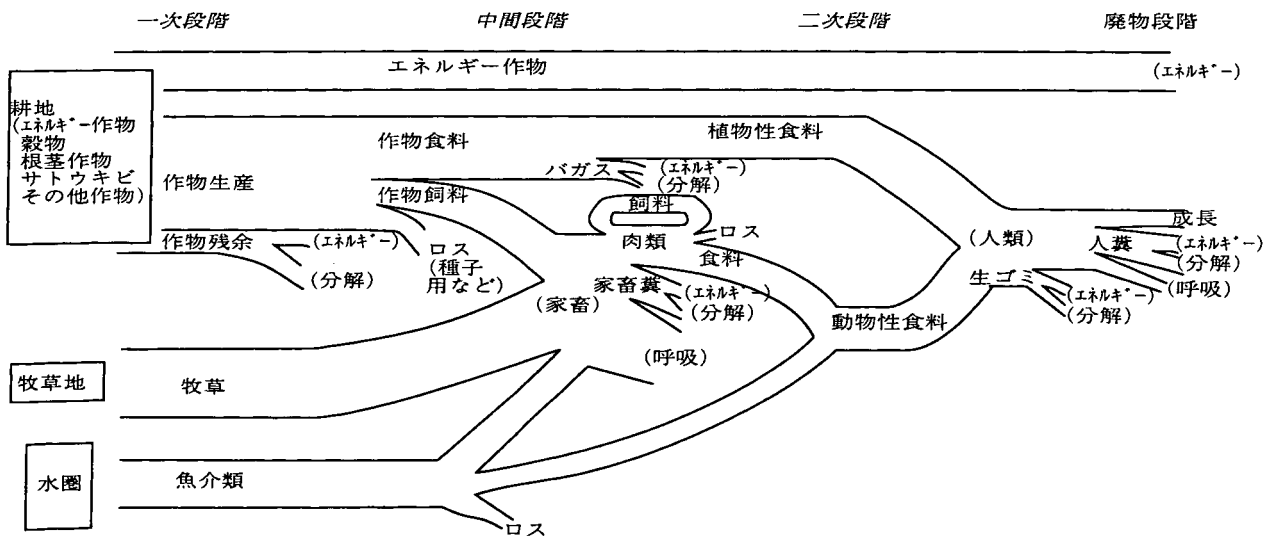


図3 食料バイオマスのフロー

(6) エネルギーサブモデル

エネルギー・サブモデルは、Edmonds-Reillyモデルの基本構造を参考に開発したもので、その構造は文献[2]で報告した。また、都市ごみのなかでバイオマス廃棄物に次ぐエネルギー資源価値を持つ、化学工業製品（プラスチックなど）廃棄物のエネルギー・ポテンシャルを評価するために、化学工業製品フローのモジュールが追加された。[1]

(7) サブモデル間の関係

土地利用サブモデルで計算される新型バイオエネルギー供給量が、エネルギー・サブモデルの石炭の需要量を代替・減少させるという関係を持つ（図2.1）。

(8) 非商業エネルギーの扱い

エネルギー・サブモデルでは、商業エネルギーだけを対象した。土地利用サブモデルでは、商業エネルギーである新型バイオエネルギーと、非商業エネルギーである在来型バイオエネルギー^(注1)の両方を対象とした。

2.2 バイオマス関連データの分類

モデル中で扱うバイオマス関連データを、土地利用、バイオマス、バイオエネルギーの順に定義・分類する。

2.2.1 土地利用の分類

本モデルでは、4種類の土地利用（「森林（forest）」、「耕地（arable land）」、「牧草地（pasture）」、「その他土地（other land）」^(注2)）と、「水圏（water）」から生産されるバイオマスを検討した。

(注1)「在来型バイオエネルギー」とは、主に家庭の小規模な設備（コンロ、暖炉など）で使用される、低エネルギー効率（主に15%以下）の非商業エネルギーである。

「新型バイオエネルギー」とは、近代的で高効率の設備（ボイラー、蒸気発生器、ガスタービン、液化設備など）で主に産業用に使用される、高エネルギー利用効率（主に60%以上）の商業エネルギーである[1]。

(注2)「その他土地」は、砂漠、氷雪地、ツンドラ人類の住居、道路などから構成される。

耕地の用途は、「エネルギー作物（energy crops）」、「穀物（cereals）」、「根茎作物（roots）」、「サトウキビ（sugarcane）」、「その他作物（other crops）」の5種類に分類した。

森林は、「成熟林（mature forest）」と「成長林（growing forest）」の2種類に分類した。植林された森林は、成長林として一定期間生長した後で成熟林にシフトする。成熟林では、森林の成長の速度と、森林の落葉・枯死の速度が釣り合い、単位面積あたりのバイオマス・ストック量は変化しない[1]。本研究では、森林の持続的な経営のために、成長林の伐採を禁じ、成熟林だけを伐採すると仮定した。

また、本研究では、バイオマスを利用段階別に「一次」「中間」「二次」「廃棄」の各段階に分類した。ここで、「一次バイオマス」は収穫段階のバイオマス、「二次バイオマス」は消費段階のバイオマスである。

2.2.2 バイオエネルギー・ポテンシャル

本研究では、バイオエネルギー・ポテンシャルを2種類に分類して評価を試みた。それらは、「最大バイオエネルギー・ポテンシャル」と「実際のバイオエネルギー・ポテンシャル」である。

まず、「最大バイオエネルギー・ポテンシャル」は、新型エネルギー木材とエネルギー作物の生産量とバイオマス残余の発生量の合計と定義する。「最大バイオエネルギー・ポテンシャル」は、バイオエネルギーの最大資源量の目安としての意味を持つ。「実際のバイオエネルギー・ポテンシャル」は、「最大バイオエネルギー・ポテンシャル」に「実際のエネルギー利用可能率」^(注3)を掛け合わせたものと定義する（データ設定については3章を参照）。

(注3)「実際のエネルギー利用可能率」は、バイオマス残余の内で回収不能率や他用途（リサイクル、肥料など）に使用される率を除いたもので、バイオマス残余のエネルギー利用率の実際の上限值である。

2.3 GLUE の計算手続

ここでは土地利用サブモデルの計算手続の概要だけを、木材セクタ、食料セクタの順に説明する^[1]。

2.3.1 木材セクタの計算手続

本セクタでは森林の伐採面積を次のように決定する(図1参照)。

(1) 一人当たり二次木材需要(紙、用材、在来型エネルギー木材、新型エネルギー木材)と人口を掛け合わせて二次木材需要を求める。二次木材需要と非持続的焼き畑農業から、森林伐採面積需要を計算する。

(2) 次に、森林伐採面積需要だけ森林を伐採する。ただし、本研究では、成熟林面積を森林伐採面積の上限とした(2.2.1参照)。もし森林伐採面積の需要が成熟林面積を上回る場合は、用途別の需要(丸太、新型エネルギー木材、在来型エネルギー木材、非持続的焼き畑)の大きさに比例して、伐採面積を設定する。

(3) 森林伐採面積の決定後は、木材バイオマス・フロー(図2)を考慮して、各種バイオマスの量を計算し、新型バイオエネルギー供給量を求める。

2.3.2 食料セクタの計算手続

本モデルでは、根茎作物、サトウキビ、その他作物の作つけ面積はシナリオで与え、穀物とエネルギー作物の作つけ面積をモデル中で決定する^[1]。以下はその決定方法である(図1)。

(1) 一人当たり二次食料需要量(植物性、動物性)と人口を掛け合わせて、二次食料需要量(植物性、動物性)を求める。

(2) 根茎作物、サトウキビ、その他作物、牧草地および水圏からの二次食料供給量(植物性、動物性)を計算する。

(3) (1)で求めた二次食料需要量から(2)で求めた二次食料供給量を差し引いて求めた二次食料需要量(植物性、動物性)を、穀物の作つけ面積需要に換算する。

(4) 本モデルでは、エネルギー作物用と穀物用の土地利用の優先順位を次のように設定した。

1. 自地域の穀物用
2. 他地域の穀物用(他地域で食料不足が生じる場合)
3. エネルギー作物用

つまり、本モデルでは、エネルギー作物は余剰耕地から生産されると仮定した。

(5) 作つけ面積の決定後は、食料バイオマス・フロー(図3)を考慮して、各種バイオマス量を計算し、新型バイオエネルギー供給量を求める。

3. データ設定

本報告では、リファレンス・ケース(略称:LEa)と動物性食料需要増ケース(LEb)の2種類のケースを紹介する。LEa ケースは、IPCCのIS92aやFAOなどを参考にして作成したもので、シナリオ分析を行う際の「リファレンス・ケース」の意味を持つ。LEb ケースは、動物性食料需要の変動が食料バイオマスの供給構造に与える影響を調べるために設定したもので、LEa ケースに比べて途上地域の動物性食糧需要が25%大きいケースである。

LEa ケースのデータ設定の概要を表1に示す^(注4)。また、表2にLEa、LEbに共通する、バイオマス残余の発生率と、その実際的エネルギー利用率^(注5)を示す。

本研究では、バイオマスの発熱量は低位発熱量(LHV)を使用した。特に示さない限り、バイオマスの重量は空気乾燥重量(含水率15%)を意味し、バイオマス単位重量当たりの発熱量は15GJ/トン、バイオマス1トン中の炭素重量0.45トンを使用した。

(注4) 設定の背景については文献[1]を参照。

(注5) 実際的エネルギー利用率の定義については2.2.2を参照。

表1 主要入力データ (LEa ケース) 1

	先進地域	途上地域
人口 (億人)	2050年 14.8 2100年 15.0	2050年 85.8 2100年 101.6
一人当たりGDP (千米ドル(1990)/人)	1990年 13.4 2100年 85.8	1990年 0.8 2100年 14.2
一人当たりバイオマス需要 ・植物性食料 ・動物性食糧 ・紙(板紙を含む) ・用材 ・在来型エネルギー木材 ・新型エネルギー木材	・1990年レベルで一定 ・1990年レベルで一定 ・1990年レベルで一定 ・1990年レベルで一定 ・1990年レベルで一定 ・導入なし	・2005年以降先進地域並 ・2100年に先進地域の40% ・2100年に先進地域の34% ・2100年に先進地域の56% ・1990年レベルで一定 ・導入なし
森林保護 (完全な再植林、 非持続的な焼き畑の廃止)	すでに達成	2025年までに達成
耕地面積	2025年までに休耕地 (68Mha)を耕地化	・森林減少面積の3割が 耕地に転用される。 ・2100年までに劣化地 756Mhaを耕地化。
耕地食糧生産性 (1990年を1.0とする)	2050年 1.74 2100年 1.77	2050年 2.19 [*] 2100年 2.49
肉類生産性(熱量換算、%) (肉類生産量/投入飼料量)	1990年 11 2050年 13 2100年 13	1990年 9 2050年 13 2100年 13
魚介類生産量	1990年レベルで一定	1990年レベルで一定
森林データ ・成熟林蓄積量(t-C/ha) ・蓄積速度(t-C/ha/yr) ・蓄積期間(yr)	・100 ・2.5 ・40	・150 ・5.0 ・30
バイオマス輸出入 ・穀物 ・穀物以外	・食糧需給に応じて決定 ・1990年の輸出率で一定	・食糧需給に応じて決定 ・1990年の輸出率で一定
バイオマス用途 ² ・穀物 ・穀物以外	・食糧需給に応じて決定 ・1990年の輸出率で一定	・食糧需給に応じて決定 ・1990年の輸出率で一定
リサイクル率 ・紙・板紙 ・原材料木材 ・化学工業製品	・2050年以降65% ・ゼロと仮定 ・ゼロと仮定	・2050年以降65% ・ゼロと仮定 ・ゼロと仮定

1 データの導出方法と出典については文献[1]を参照。

2 バイオマス用途は、食糧用、飼料用、その他(種子用やロス)に分類される。

表2 バイオマス残余の発生率 (LEa ケース) a

	残余発生率	エネルギー利 用率(2000年 以前)	実際的エネル ギー利用可能 率 ^b
(木材バイオマス)			
丸太残余	0.39t/t-地上部バイオマス	0.00	0.50
エネルギー-木材残余	0.20t/t-地上部バイオマス	0.00	0.00
黒液	0.45J/J-丸太投入	1.00	1.00
製材くず	0.45J/J-丸太投入	0.75	0.75
紙スクラップ	0.25t/t-紙ストック/年	0.00	0.15 c
用材スクラップ (食料バイオマス)	0.03t/t-用材ストック/年	0.00	0.75 c
穀物残余	1.3 t/t-穀物	0.00	0.25
サトウキビ残余	0.279t/t-サトウキビ	0.00	0.67
バガス	0.150t/t-サトウキビ	1.00	1.00
家畜糞	0.3 J/J-飼料	0.00	0.25
生ゴミ	0.2 J/J-食糧供給	0.00	0.75
人糞	0.2 J/J-食料供給	0.00	0.25
(化学工業)			
化学製品スクラップ	0.08 t/t-化学製品ストック/年	0.00	0.75 c

a データの導出方法と出典については文献[1]を参照。

b 2000年以降、エネルギー利用率は実際的エネルギー利用可能率に向かって上昇する。
2050年以降、エネルギー利用率は実際的エネルギー利用可能率に一致する。

c エネルギー利用可能率とリサイクル可能率の合計を75%と仮定した。

紙スクラップのリサイクル可能率を65%と仮定した。

用材スクラップと化学製品スクラップのリサイクル可能率を0%と仮定した。

4. シミュレーション結果

LEa ケースと LEb ケースを用いたモデル・シミュレーションの結果を紹介する。

4.1 土地利用

LEa ケースにおける土地利用変化を説明する。

先進地域では、バイオマス需要の安定、および完全な森林保護のため、土地利用の変化はほとんどない。

一方、途上地域では、LEa ケースの仮定により、2100 年までに 7.6 億 ha の「その他土地」が「耕地」に転換される。また、途上地域では、2025 年までに森林保護が達成されるため、それ以降の森林面積は一定である（図 4）。しかし、森林面積の内訳を考えると、森林保護が達成される 2025 年以降も、途上地域の森林需要の急増のため成熟林の面積は減少を続け、成長林の面積は増大する。1990 年に 21 億 ha だった成熟林の面積は、2100 年には 8 億 ha まで減少する（図 5）。

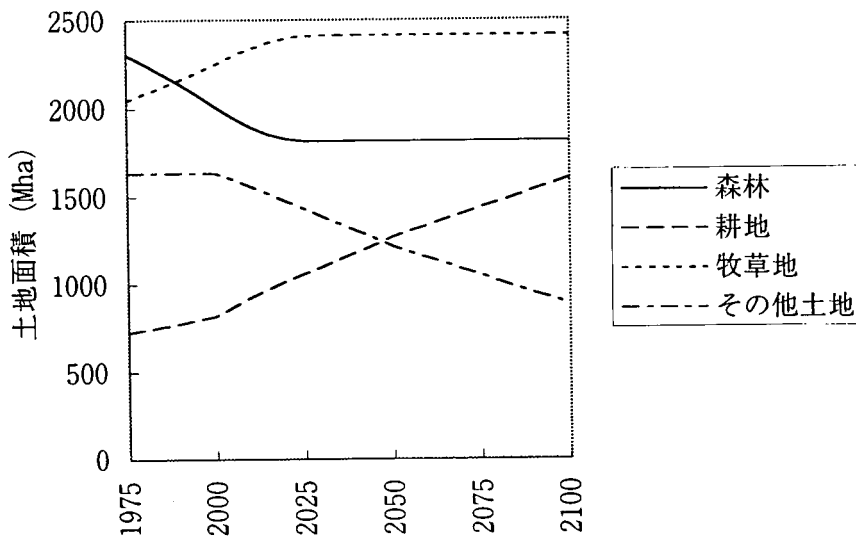


図 4 途上地域の土地利用の変化(LEa ケース)

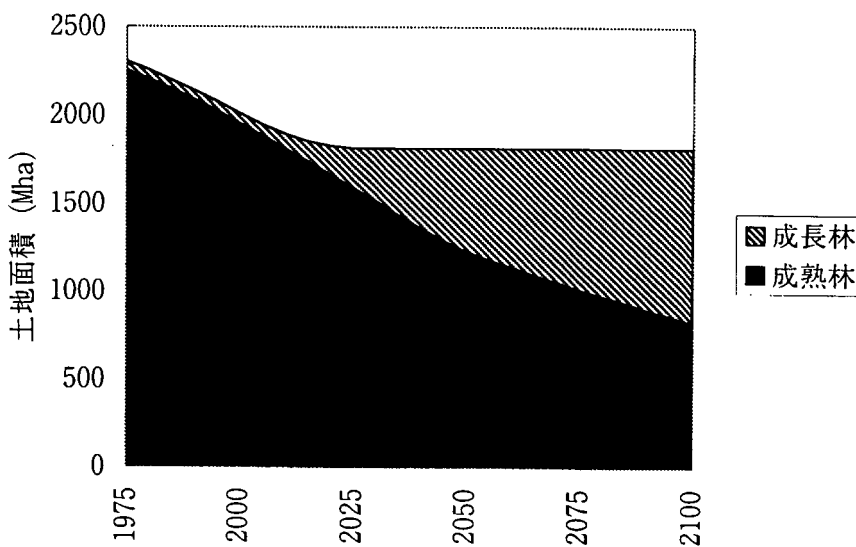


図 5 途上地域の森林面積の内訳(LEa ケース)

表3 木材バイオマスのバイオマス・バランス表 (LEa ケース、途上地域、2100年) (単位: EJ/年)

	一次			中間					二次				スクラップ	合計	
	(1) 丸太	(2) エネルギー ギーム 材	(3) 非木材 パルプ 材	(4) 丸太残 余	(5) エネルギー ギーム 材残余	(6) 木材パ ルプ	(7) 黒液	(8) 製材く ず	(9) 紙	(10) 用材	(11) 在来型 バイオ エネルギー	(12) 新型バ イオエ ネルギー			(13) 紙スク ラップ
(1) 収穫	50.8	51.7	0.5	32.6	12.5										148.1
(2) 輸入									0.0	0.0					0.0
(3) 輸出															0.0
(4) 一次バイオマス合計	50.8	51.7	0.5	32.6	12.5										148.1
(5) 木材パルプ生産		-4.7				2.6	2.1								0.0
(6) 紙生産			-0.5			-2.6			7.7				-4.9		-0.3
(7) 用材生産										25.4				0.0	0.0
(8) 在来型エネルギー生産			-51.7								52.0				0.0
(9) 新型エネルギー生産			0.0	-16.3	0.0		-2.1	-15.6				49.0	-1.9	-13.2	0.0
(10) その他				-16.3	-12.5		0.0	-5.2					-0.7	-4.2	-38.8
(11) 二次バイオマス合計									7.8	25.4	52.0	49.0			33.2
(12) 紙消費									-7.8				7.5		-0.4
(13) 用材消費										-25.4				17.4	-8.0
(14) 最大バイオエネルギー・ポテンシャル		51.7		32.6	12.5		2.1	20.8					7.5	17.4	144.6
(15) 実際のバイオエネルギー・ポテンシャル		51.7		16.3	0.0		2.1	15.6					1.9	13.2	100.8

表4 食料バイオマスのバイオマス・バランス表 (LEa ケース、途上地域、2100年) (単位: EJ/年)

	一次					中間				二次				スクラップ	合計
	(1) エネルギー ギーム 作物	(2) 穀物	(3) 穀物以 外の作 物	(4) 牧草	(5) 魚介類	(6) 作物残 余	(7) サトウ キビ残 余・バ ガス	(8) 肉類	(9) 家畜糞	(10) 植物性 食料	(11) 動物性 食料	(12) 在来型 バイオ エネルギー	(13) 新型バ イオエ ネルギー		
(1) 収穫	54.8	71.2	21.2	16.9	0.2	89.7	10.5								259.2
(2) 輸入		0.0	0.0		0.0					0.0					0.0
(3) 輸出		0.0	-0.6		0.0										-0.6
(4) 一次バイオマス合計	54.8	71.2	20.6	16.9	0.2	89.7	10.5			-1.0					258.6
(5) 植物性食料生産		-25.8	-8.1							37.6					-0.4
(6) 肉類生産		-38.1	-1.3	-16.9			7.0	19.6							-29.9
(7) 動物性食料生産					-0.1		-6.3				6.4				0.0
(8) 在来型バイオエネルギー生産								0.0			0.0				0.0
(9) 新型バイオエネルギー生産						-22.4	-8.7	-4.9				99.0		-8.7	0.0
(10) その他		-7.3	-2.1		0.0	-67.2	-1.8	-14.7						-8.7	-102.3
(11) 二次バイオマス合計										37.2	6.4				43.6
(12) 食料消費										-37.2	-6.4				-26.2
(13) 最大バイオエネルギー・ポテンシャル	54.8					89.7	10.5	19.6						17.4	192.0
(14) 実際のバイオエネルギー・ポテンシャル	54.8					22.4	8.7	4.9						8.7	99.5

4.2 バイオマス・バランス表

GLUE の計算結果をバイオマス・バランス表の形式で示して分析する。ここでは、紙面の制約のため、LEa ケースの2100年の途上地域を対象とする縮約版のバイオマス・バランス表(単位: EJ/年)だけを示す(表3)(表4)。なお、オリジナルのバイオマス・バランス表は26行37列の項目を持っている[11][4]。

バイオマス・バランス表で、横方向の項目はバイオマスの種類を意味する。縦方向の項目は、収穫や加工などのバイオマスの利用段階を示す。表中で、正の数値は、バイオマスの生産あるいは輸入を意味する。逆に、負の数値は、バイオマスの消費あるいは輸出を意味する。メッシュに覆われた数値は小計を意味する。表の最下部

の2行は、最大バイオエネルギーポテンシャル、実際のバイオエネルギー・ポテンシャルを示す。

表3、表4から、LEa ケースの2100年の途上地域において、二次木材33EJ/年、二次食料43EJ/年、在来型バイオエネルギー49EJ/年、二次バイオマス合計125EJ/年の供給のために、一次木材バイオマス148EJ/年、一次食料バイオマス259EJ/年、一次バイオマス合計407EJ/年を収穫する。一次木材バイオマス、一次食料バイオマス、一次バイオマス合計の量は、1990年に比べて、それぞれ5倍、2倍、2倍に達する。また、一次バイオマス合計407EJ/年は、現在の世界の一次エネルギー使用量330EJ/年を上回る巨大な規模である。

4.3 最大バイオエネルギー・ポテンシャル

LEa ケースと LEb ケースにおける先進地域と途上地域の最大バイオエネルギー・ポテンシャルを図6、図7にそれぞれを示す。

図6に示す様に、先進地域に関しては、LEa ケースの2100年において、エネルギー作物のポテンシャルが最も大きく100EJ/年に達する。これは、先進地域で、食糧需要の安定と、耕地生産性の上昇を仮定したため、余剰耕地が発生するためである。LEb ケースのエネルギー作物ポテンシャルは、途上地域への食料輸出のため、85EJ/年に低下する。

次に、図7に示す様に途上地域の2100年において、エネルギー作物のポテンシャルは、LEa ケースの55EJ/年に対して、LEb ケースではゼロ

になる。LEb ケースでは、途上地域は先進地域から4EJ/年の穀物を輸入する。

図7から、特に途上地域のバイオマス残余のエネルギー・ポテンシャルが大きい。LEa ケースにおける途上地域の2100年の最大バイオエネルギー・ポテンシャル337EJ/年のうち、その約7割の230EJ/年はバイオマス残余のポテンシャルである。また、先進地域、途上地域を通して、「丸太残余」、「製材くず」、「用材スクラップ」、「家畜の糞」の最大エネルギー資源ポテンシャルが大きいことがわかる。それに比べて、「生ゴミ」、「人糞」、「紙スクラップ」、「化学工業製品スクラップ」の最大エネルギー・ポテンシャルは小さい。

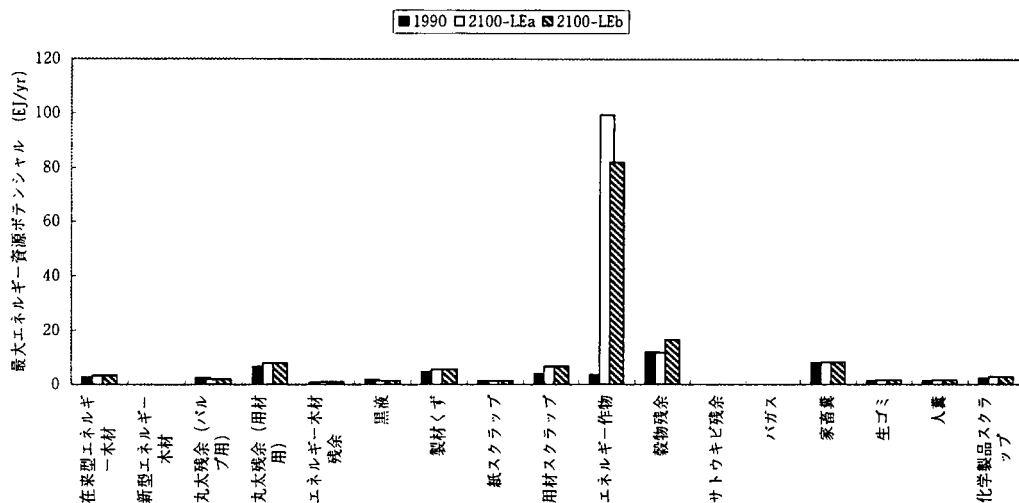


図6 先進地域の最大バイオエネルギー・ポテンシャル

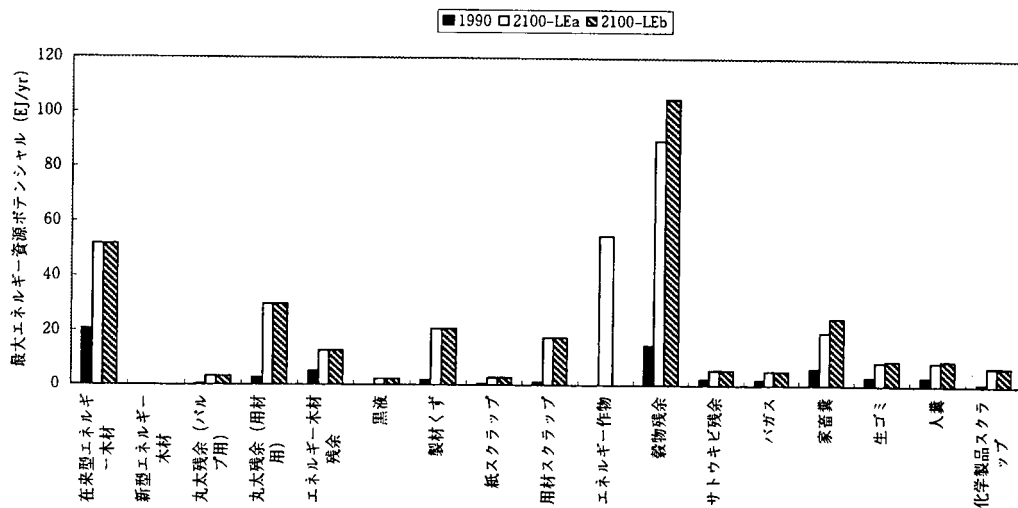


図7 途上地域の最大バイオエネルギー・ポテンシャル

5. まとめ

本報告では、世界エネルギー土地利用モデル (GLUE) の概要と、入力データの概要を説明した。そして、モデルを LEa ケース (リファレンス・ケース) と LEb ケース (動物性食料需要増ケース) の 2 種類のケースの下で実行したときの計算結果を、主にバイオマス・バランス表を利用して分析した。

シナリオ分析の主な結果として、以下を得た。

(1) 2025 年に森林保護を達成しても、途上地域の成熟林面積は、巨大な木材需要のために減少していく。

(2) エネルギー作物ポテンシャルは、途上地域の食料需給に大きく左右される。例えば、途上地域の 2100 年の動物性食料需要を 25% 上昇させる (LEb) と、世界のエネルギー作物供給量は、155EJ/年から 85EJ/年に低下する。

(3) LEa ケースの下で、途上地域の 2100 年のバイオマスの最大バイオエネルギー・ポテンシャルは、337EJ/年、そのうち 230EJ/年がバイオマス残余に由来する。バイオマス残余の中でも、丸太残余、製材くず、用材スクラップ、穀物残余、家畜糞のポテンシャルが大きい。

今後は、モデルの多地域化により地域的なバイオマス資源の評価を進めるとともに、バイオマス以外の資源 (水、鉄など) のフロー分析を進めていく計画である。

【参考文献】

- [1] 山本博巳、山地憲治、“バイオマス・フローを考慮した世界土地利用エネルギー・モデル(GLUE)の開発”、電力中央研究所研究報告 Y96001 (1996).
- [2] H. Yamamoto and K. Yamaji, “An Evaluation of Biomass Energy Potential with a Global Energy and Land Use Model”, Proceedings of Developments in Thermochemical Biomass Conversion, Banff, Canada, May 20-24 (1996).
- [3] 山本博巳、山地憲治、“世界エネルギー・土地利用モデルによるバイオマス利用可能量の分析”、電力中央研究所研究報告 Y94004 (1994).
- [4] 山本博巳、山地憲治、“世界土地利用エネルギー・モデル(GLUE)によるバイオエネルギー・ポテンシャルの評価”、電力中央研究所研究報告 Y96002(1996).
- [5] 山本博巳、山地憲治、藤野純一、“世界エネルギー・土地利用モデルによるバイオマス利用と土地利用変化のシナリオ分析”、エネルギー・資源学会第 15 回研究発表講演論文集 (1996).
- [6] 山地憲治、藤野純一、山本博巳、“バイオマス資源評価のためのバイオマスバランス表の提案”、エネルギー資源学会第 15 回研究発表会講演論文集 (1996).

(やまもと ひろみ
エネルギーシステムグループ
やまじ けんじ
東京大学工学系研究科
電気工学専攻 教授)

都市インフラストラクチャー構築の 資源使用量と環境負荷

Material Consumption and Carbon Dioxide Emission of Urban Infrastructures

キーワード：都市インフラストラクチャー、資源、素材、エネルギー、CO₂排出

田頭直人 鈴木勉 内山洋司

1. はじめに

地球環境問題への関心の高まりから省エネルギーやCO₂排出削減の重要性が叫ばれている。一方、我々の生活を支える都市インフラストラクチャーの整備のために毎年膨大な資源が投入されており、これに伴うエネルギー消費や環境負荷も大きなものとなっている。そこで省資源・省エネルギーや環境調和をめざした都市づくりを実施するために、都市インフラの建設に投入される資源量やそれに伴うCO₂排出量など、基本事項の把握が必要とされている。

言うまでもなく我々の生活は、大量の資源及びエネルギーを消費し、大量の廃棄物を生み出すことによって支えられている。我が国の物質収支を見ると（富永(1994)）、1991年度における資源投入量は約22.7億トンにも及び、その内約12.8億トン(56.4%)が建築物等のインフラや耐久消費財として国内に蓄積されている。

これまでの建設物の省エネルギー・CO₂排出削減対策の研究は、主として運用段階が対象とされてきた。各種の都市インフラ建設に関する評価を行っているのは、斉藤(1996)など僅かであり、全体に関する正確な実体は捉えられていない。そこで本報告では、主な都市インフラのうち、電力供給設備、都市ガス供給設備、上水道設備、道路、建築物を対象に、関東地方（インフラ毎に若干対象地域は異なる）において消

費されている資源量を、積み上げ法によって試算する。積み上げ範囲は、データの制約もあって、省資源社会を議論する上で重要と思われる建設段階を考える。また、この結果を用いて都市インフラ種別の資源量・CO₂排出量の比較を行い、省資源・環境負荷低減のためにとるべき重点的対策を明らかにする。

2. 都市インフラストラクチャーの資源使用量

2.1 電力供給設備

電力供給設備に関しては、平成6年3月時点での東京電力供給地域内を対象に計量する（表1）。発電設備は、東京電力発電分に加えて、卸による他社・公営事業からの買電分も含めた。送電設備では、資源協会(1994)を参考に、起終点が発電所である線路及び輸送用であるとみなせる線路を電源線部分、それ以外の線路及び154kV未満の送電線をネットワーク部分とした。変電設備では、電源線部分の送電線に接続しているものを電源線部分としている。また、資源量算出に必要な原単位については、内山他(1991)、資源協会(1994)を参照した。

電力供給設備の総資源量は約7700万トンに及ぶ（図1）。設備別では発電設備の占める割合が約57%と最も大きい。これは水力・原子力発電に多量のコンクリートを使用している

表1 関東地方の電力供給設備の概要 (1994年)

設 備	項 目	設 備 量		人口千人当たり設備量
発電設備 水力(一般+揚水) 火力(汽力のみ) 石炭 石油+LNG 原子力	最大出力	9,683,940 kW		1,405 kW
	"	2,510,000 kW		
	"	30,656,400 kW		
	"	14,762,000 kW		
送電設備 送電線 送電線支持物 開閉所遮断器	回線延長 鉄塔基数 設置台数	電源線部分	ネットワーク部分	
		5,458 km	29,944 km	
		7,979 基	36,256 基	
		67 基	25 基	
変電設備 変圧器 遮断器 調相器	バンク数	95バンク	3,794バンク	0.095バンク
	設置台数	462基	33,817基	0.836基
	容 量	16,568 MVA	29,309 MVA	1.119 MVA
配電設備 配電本線 配電線(引込線) 配電線支持物 柱上変圧器	回線延長	941,259 km		22.955 km
	口 数	22,008,822 口		537 口
	支持物基数	8,303,598 基		203 基
	基 数	2,059,544 基		50.227 基
建 物 開閉所建物 変電所建物	箇 所 数	7 箇所	6 箇所	0.034 箇所
	"	21 箇所	1,361 箇所	

ためである。一方、送電設備 12%、変電設備 16%、配電設備 14%と発電以外は送・変・配電がそれぞれ同等のシェアを占める。素材別では鉄、コンクリート以外には、送電線がアルミニウム、配電線は銅の割合が大きい。

2.2 都市ガス供給設備

都市ガス供給設備では、資源協会(1994)を参考に、都市ガス T 社の資源量を算出した。設備は、1990 年度における製造設備として LNG 工場 2、供給設備として高圧・中圧・低圧導管、整圧器(高圧ガバナーステーション 35 基、中圧地区供給 4256 基)、ガスホルダー 85 万 m³

である。データは基本的に参考文献の数字を引用しているが、他のインフラと整合性を図るため、碎石の比重など多少の変更を加えている。

総資源量は約 8300 万トンであり、設備別では供給設備の導管部分、特に低圧導管の資源量が約 76%と圧倒的に多い。導管以外で多いのは製造設備であるが、それでも 2%弱にすぎない。素材では碎石が多く約 62%を占め、次がアスファルトコンクリート(アスコン)で約 34%である。これは低圧導管の内訳とほぼ同様であり、碎石が多いのは導管の基礎部分である。

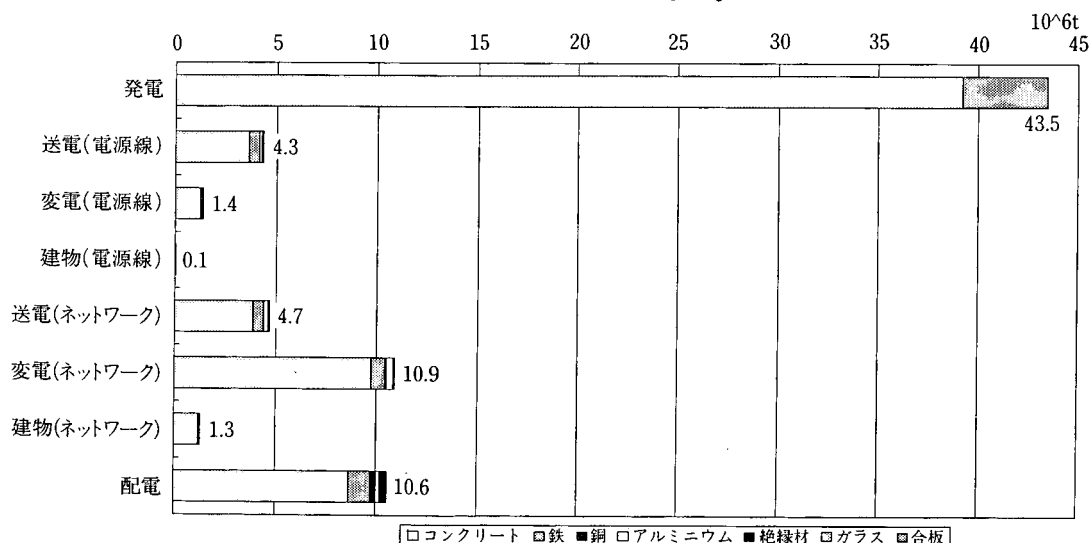
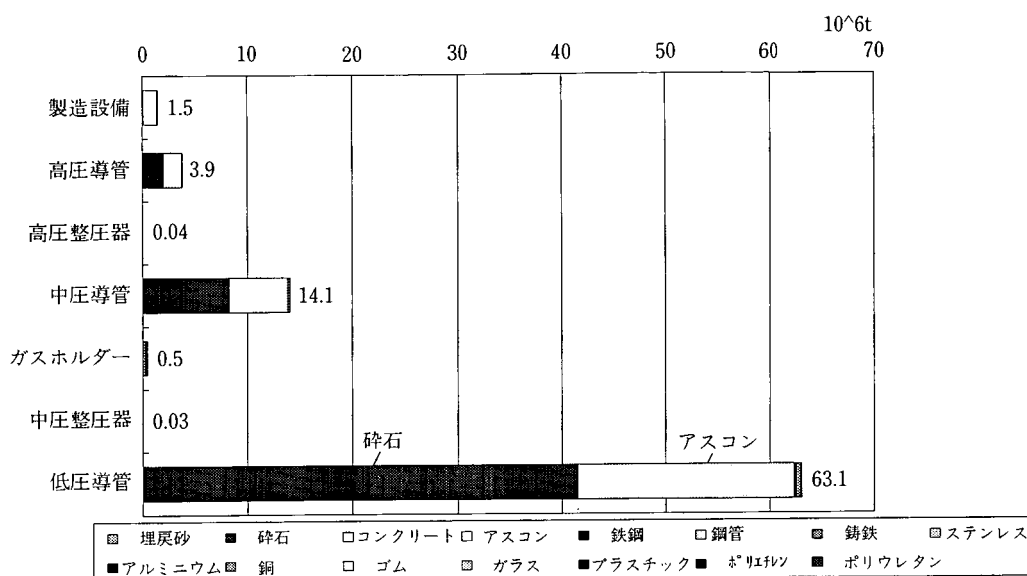


図1 発・送・変・配電別資源量



出典：資源協会(1994)をもとに作成

図2 都市ガスT社の設備別資源量

2.3 上水道設備

上水道設備では、資源協会(1994)を参考に、資源量を算出した。この文献では、Y市のある上水道システムをモデルとしている。考慮した施設は、水源関係、導水、浄水、送水、配水施設であるが、送水、導水、配水部分については、管路部分の延長が地域によって異なると考え、関東地方一都七県（東京、埼玉、神奈川、千葉、茨城、群馬、栃木、山梨）の一人当たりの管路延長(厚生省(1995))を用いて補正を行い、一人当たりの資源量を算出した。

Y市のモデルでは、配水施設が最も多く約41%を占める。その素材はアスコンが約77%と最も多く、配管の鋳鉄約16%がそれに続く。実際の配管は鋼管も使用されているが、文献では

すべて鋳鉄と仮定されており、また砂利・砕石も省略されている。一方、管路部分に長さ補正を行うと、一人当たりの総資源量は約1.9トンであり、施設別の比率では、配水、送水、導水の比率がかなり高まる。特に、配水施設が全体約55%を占めるようになった。その次が水源施設で約19%、浄水約16%である。

2.4 道路

道路では、まず道路工事の積算資料（道路工事積算研究会(1993)、標準歩掛(建設物価調査会積算委員会(1994))をもとに、道路の基本構造を形成する路盤工、舗装工、路肩工、歩道工、防護工、緑地帯工、排水工の資源量を求めた。次にこれらのデータをもとに、関東地方一都七県における道路の資源量を、道路種類別（高速自

表2 Y市のモデル上水道システム及び関東地方における管路延長及び一人当たり延長

管種別	Y市モデル (km)	Y市モデル一人当たり (m)	関東地方 (km)	関東地方一人当たり (m)
導水管	32	0.038	2,524	0.067
送水管	7	0.008	2,677	0.071
配水管	1,236	1.474	122,213	3.236
合計	1,275	1.520	127,414	3.374

出典：資源協会 (1994)をもとに作成、関東地方のデータは厚生省(1995)をもとに作成

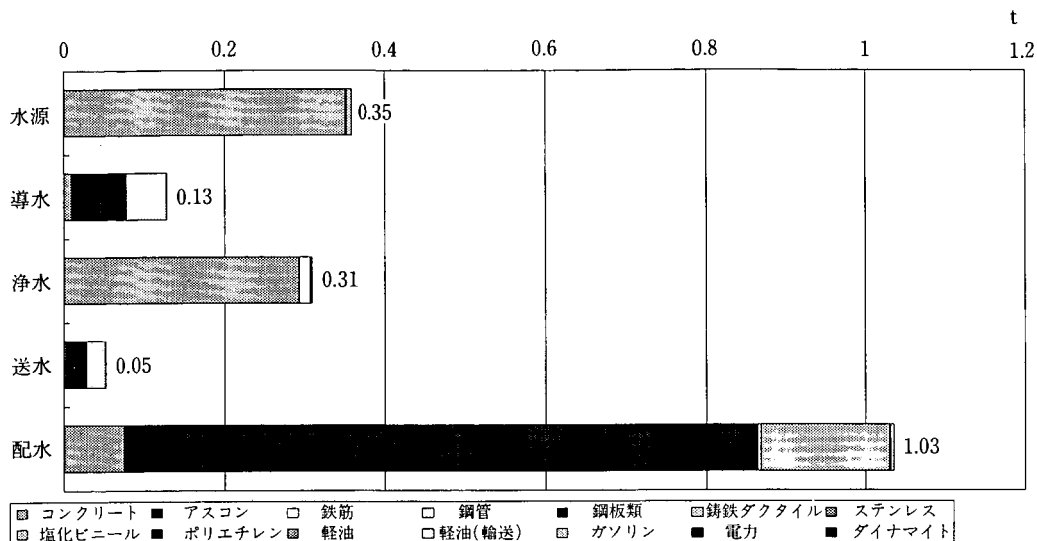


図3 上水道システムの設備別一人当たり資源量

動車国道、一般国道（指定区間）、一般国道（指定区間外）、主要地方道、一般都道府県道、市町村道）に算出した。

関東地方における道路状況(建設省(1994))を見ると（表3）、実延長では市町村道路が圧倒的に長く、また車道部の総面積も最も大きい。

表3 関東地方における道路延長

	実延長 (km)	歩延長 (km)	車道 (km ²)	舗装種別 (km)				一人当たり実延長 (m)
				コンクリート	アスファルト	簡易	未舗装	
高速道路	881	0	14	17	804	0	0	0.02
国道(指定)	2,166	1,669	22	146	2,021	0	0	0.05
国道(指定外)	4,218	2,377	31	87	3,846	230	55	0.11
主要地方道	7,453	3,757	54	90	5,771	1,212	110	0.19
一般都県道	10,694	3,584	67	185	6,916	3,042	551	0.27
市町村道	225,907	14,483	733	8,447	30,940	110,125	76,396	5.70
合計	251,319	25,870	920	9,031	50,298	114,608	77,112	6.35

出典：建設省(1994)より作成

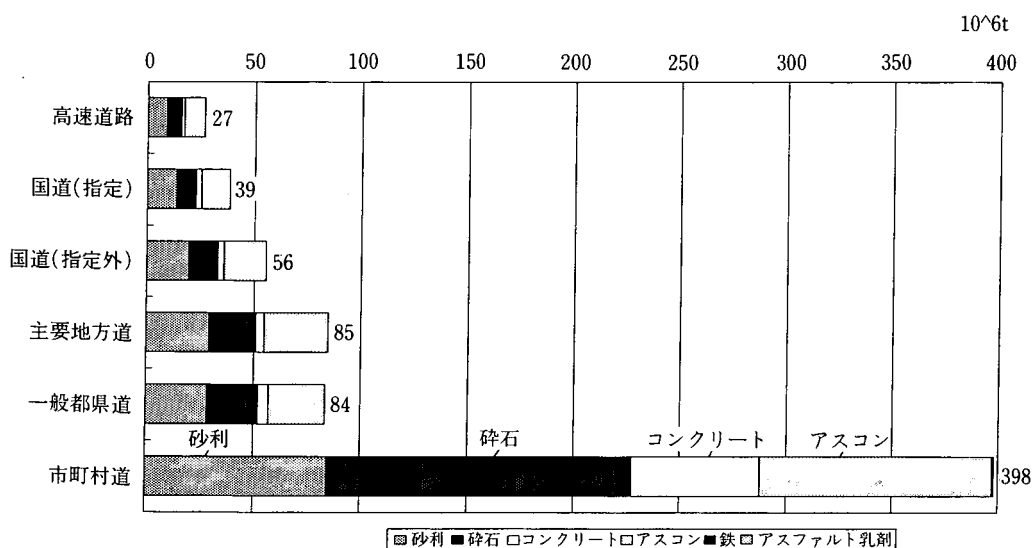


図4 関東地方の道路種別資源量

また、舗装種別では、高規格道路ではアスファルト舗装の比率が最も高いが、市町村道路では簡易舗装が最も長い。

算出における詳細な仮定は紙面の都合上省略するが、例えば舗装工では表3から舗装種別面積を算出し、道路種別に算定している。関東地方の建築物の総資源量は約6億8800万トンである。工事別では路盤部分が最も多く全体の約55%を占め、内訳は砂利と砕石である。次に舗装部で約30%、排水工約10%である。他の工事はこれらに比較して小さく、とくに防護工、緑地工は小さい。道路種別で見ると(図4)、市町村道路が約58%を占め圧倒的に多い。市町村道路は幅員も狭く、歩道も少ないが、距離が長いために全体で見るとかなり大きい。

2.5 建築物

建築物では、関東地方一都七県を対象とし、建築物床面積ストックについては独自に推計した。使用したデータは、建築統計年報の1946～1994年の住宅着工統計及び建築物着工統計である。また、老朽化による除却や罹災によって滅失となる床面積は、滅失スケジュールを信頼性理論に基づく故障密度確率関数に従うものと仮定した。

関東地方の建築物床面積は約16億m²と推計された(表4)。この内、戸建住宅が最も大きく、共同住宅を併せた住宅系は約62%に上る。構造別では木造が全体の34%を占め、次にS造28%、RC造24%、SRC造14%と続く。

推計された建築物床面積を基に、建築躯体建

表4 関東地方の建築物の用途・構造別ストック推計(1994年)

	木造	SRC造	RC造	S造	CB造	その他	計	比率%
戸建・長屋建住宅	479,368	2,720	21,787	101,223	525	383	606,007	37.87
共同住宅	40,450	87,653	178,478	72,066	540	165	379,350	23.71
事務所	3,308	51,404	28,339	47,113	255	227	130,646	8.16
店舗	2,899	12,591	12,943	26,489	38	89	55,048	3.44
工場及び作業場	1,306	6,814	15,041	91,583	201	225	115,171	7.20
倉庫	2,473	4,519	8,719	46,875	485	234	63,306	3.96
学校の校舎	485	10,665	52,364	9,515	179	151	73,359	4.58
病院・診療所	286	5,094	9,677	2,268	25	22	17,371	1.09
その他	7,929	38,537	57,026	54,755	1,185	594	160,028	10.00
計	538,505	219,998	384,373	451,886	3,433	2,091	1,600,286	100.00
比率%	33.65	13.75	24.02	28.24	0.21	0.13	100.00	

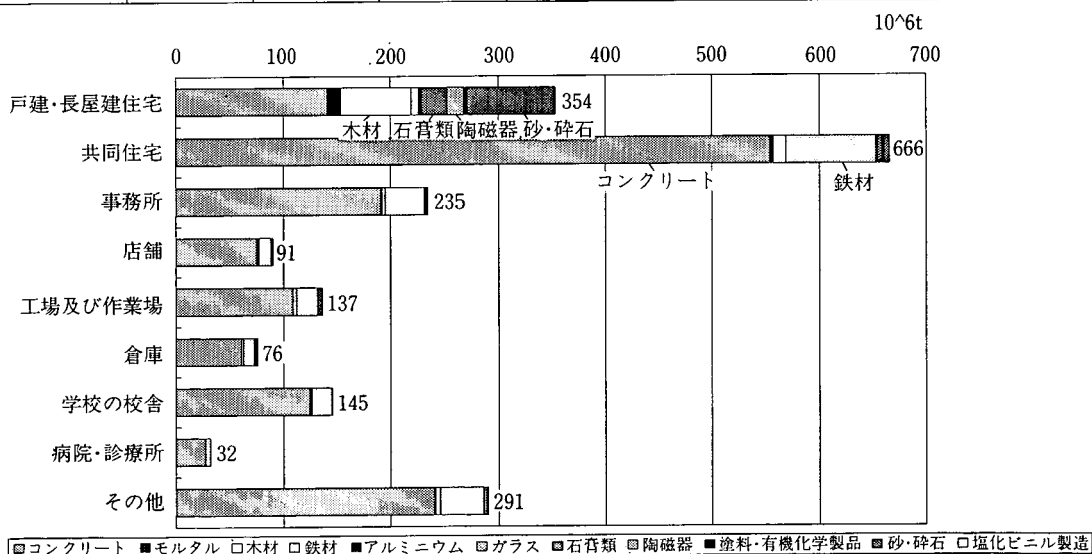


図5 建築物の用途別資源量

設に要する資源量を算定した結果を用途別（図5）に示す。建築資材の原単位は、斉藤(1996)等に倣い、科学技術庁(1979)、資源協会(1994)及び建設工業経営研究会(1994)による。建築物に要する総資源量は20億トン強となり、この内、軽量の本造が大部分を占める戸建住宅は約17%へとシェアを減らし、逆にコンクリート系の多い共同住宅は約33%と最も大きなシェアを占める。同様に軽量のS造の比率の大きい工場、倉庫のシェアは減少し、コンクリート系の割合が高い用途のシェアが増加している。

3. 都市インフラストラクチャー種別の資源使用量、CO₂排出量による比較

ここでそれぞれのインフラ量を一人当たりで換算し、人口一人を維持するためにどのインフラがどの程度の資源量を必要とするかを把握し、省資源・環境負荷低減のポイントを考察する。もっとも、電力、上水道、道路、建築物は、ほぼ都市圏全体に存在するインフラであるが、都市ガスについては都市圏全体に存在するわけではなく、直接比較することはできない。従って都市ガスについては、正確に言えば人口一人を維持するためのインフラ量ではない。

3.1 素材、設備（用途・種類）別の比較

各インフラの一人当たり資源量を見ると（図6）、建築物が圧倒的に多く約51トンにもなっている。都市において人口一人を維持するための建築物にかかる資源量は、他のインフラとは比較にならないほど大きいことを意味している。素材別ではコンクリートが約76%と圧倒的に多く、次が鉄の約11%である。

建築物以外のインフラで最も多いのは、道路で約17トンである。前述したとおり上水道には砂利・砕石が入っていないが、ここでは一人当たり約1.9トンで、アスコンが最も多い。電力設備は重量約1.9トンとなり、コンクリート

表5 各資源のCO₂排出原単位

資源	単位	CO ₂ 排出量 (kg-C/#)	備考
砂利	kg	0.001661	連関表の砂利・採石
砕石	kg	0.001401	
コンクリート	kg	0.03136	連関表の生コン
アスコン	kg	0.009831	連関表の舗装材料
鉄鋼	kg	0.3613	連関表の熱間圧延鋼材
鋼管	kg	0.3712	
鋳鉄管	kg	0.4325	
ステンレス	kg	0.8115	
アルミニウム	kg	1.434	
銅	kg	0.6500	
ゴム	kg	1.096	
ガラス	kg	0.2774	
プラスチック	kg	0.5325	
塩化ビニール	kg	0.4067	
ポリエチレン	kg	0.5125	
ポリウレタン	kg	0.5125	ポリエチレンの値を使用
木材	kg	0.08484	製材と合板の中間値
塗料	kg	0.5189	
絶縁材	kg	0.4067	塩化ビニールの値を使用
ダイナマイト	kg	0.5333	連関表の火薬類

が圧倒的に多く約89%を占める。

次に各インフラについてCO₂排出量の設備（用途・種類）別の比率を算出したものを図7に示す。CO₂排出量を求める際に用いた原単位は、本藤他(1996)において産業連関表を用いて求められた素材生産額百万円当たりのCO₂排出量に価格を乗じて求めたものである。（表5）

総排出量では、建築物が最も多く約3,664 kg-Cである。素材別の図は省略するが、鉄によるCO₂排出量が最も多い。他のインフラ別では、砂利・砕石等のCO₂排出原単位の小さい素材の多い道路は相対的に小さくなって約135kg-Cであり、鉄の使用量の多い上水道が約137kg-Cで2番目となっている。また電力設備も鉄、アルミニウムなどの金属及びコンクリートの使用量が多いため、道路より多く約153kg-Cとなっている。

各インフラにおいて設備別にCO₂排出量を見ると、都市ガス、上水道、道路では共通の特徴がある。都市ガス、上水道では、前述したとおりネットワーク部分のCO₂排出量が多い。特に末端の低圧配管、あるいは配管施設の占める比

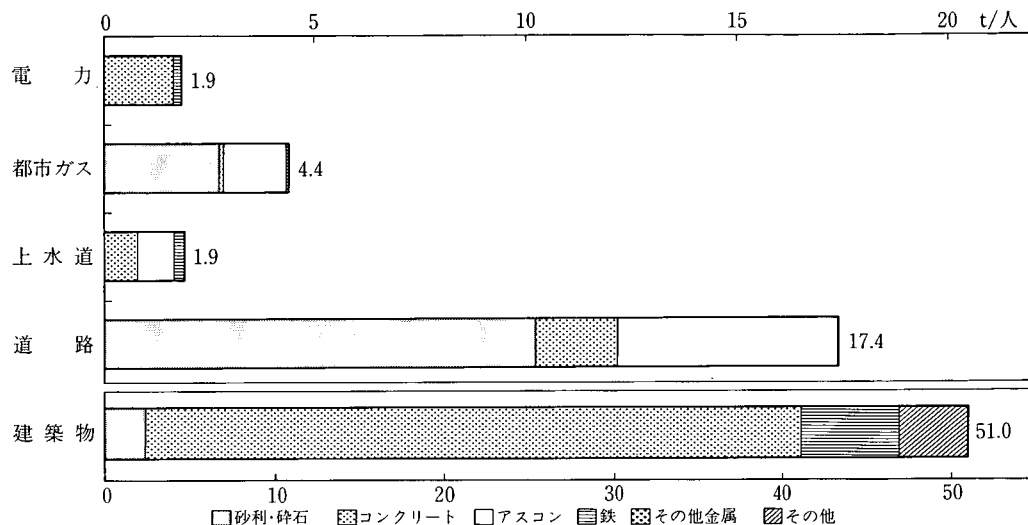


図6 都市インフラストラクチャーの一人当たり資源量

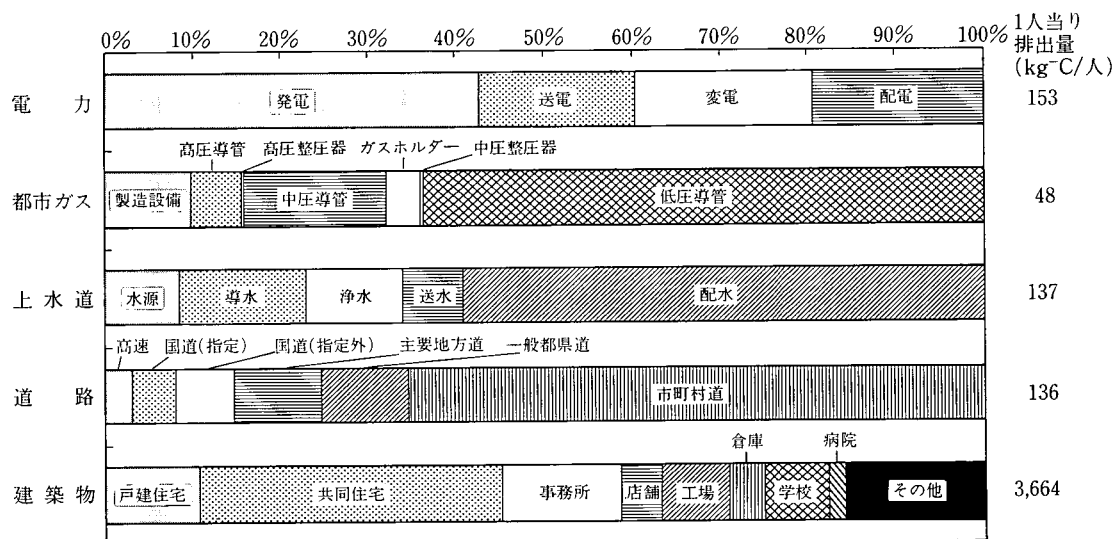


図7 都市インフラストラクチャーのCO₂排出量の設備別比率

率が高い。一方、道路はそれ自体がネットワークであるが、道路種別を見ると市町村道路の占める割合が60%近くを占める。道路の段階構成、また、自動車の流れを考えると、やはり市町村道路も末端の道路であり、都市ガス、上水道と同様の特徴を持つことがわかる。一方、電力設備は他のインフラとは異なり、発電設備の占める割合が大きく、CO₂排出量では40%以上を占める。

3.2 省資源・環境負荷低減方策

(1) 建築物の対策

これまで見てきたように建築物による資源量は非常に多い。特に建築物では、鉄、コンクリートの資源量、CO₂排出量が非常に多く、設備の入れ替えが可能ないように設計することはもちろんであるが、鉄、コンクリートの消費量の多い躯体においては長寿命化を図るべきである。また、従来から居住環境の向上、防災面

の改善等の面から都市における建築物の共同化が課題となっているが、これを推進することにより建物を個別に建設するよりも床面積あたりの資源量が削減され、省資源・環境負荷低減の観点からも大きな効果が期待できる。

(2) 他の都市インフラストラクチャーの対策

他の各インフラ、特に上水道、都市ガス、道路では、ネットワーク部分、特に末端のネットワークにおける資源量が大きい。また電力についてはネットワーク部分の影響はそれほど大きくはないものの、一人当たりのネットワーク延長はここに挙げたインフラの中で最も長い。よってこれらの省資源・環境負荷低減を図るためにはネットワークの延長削減を行うことが重要である。これまでも郊外の低密なスプロール開発を抑制するために、市街化調整区域の設定など都市計画制度からの対応がなされてきたが、様々な問題から十分に機能しているとは言えない。現在、区域設定の見直しが各地で進んでおり、より適切な区域設定が望まれる。また、都市ガス、上水道のネットワーク部分の資材量の削減として、需要の変化がない末端の配管等では、なるべく長寿命化を図り、道路の掘削等を減らすべきである。特に鑄鉄管を用いる場合は、鑄鉄はリサイクルの可能性も小さく（現在2%）、長寿命化が重要となる。

4. おわりに

各都市インフラに関する建設時の資源量を把握した結果、鉄・コンクリートの消費量の多い躯体の長寿命化など建築物における対策が最も重要であり、また、都市ガス・上水道・道路・電力については末端側のネットワークの延長を削減すべく、スプロール化による都市の拡大を抑制する都市計画的な対応を図ることが必要であることが明らかとなった。

都市インフラのストックの膨大さは、同時に

都市インフラストラクチャー構築の資源使用量と環境負荷維持・管理・修繕・更新に要する資材や環境負荷の膨大さをも意味している。ところが、インフラ種別のこれらに関しては、建設の場合のような信頼できるデータはまだ詳細な調査は行われていない。したがって今後、維持・管理・修繕・更新に必要とされる資源・エネルギー等の調査が望まれる。

【参考文献】

- [1] 道路工事積算研究会 (1993), 道路工事の積算, (財) 経済調査会.
- [2] 本藤祐樹・西村一彦・内山洋司 (1996), 「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—産業連関表の L C A への適応について—」, 電力中央研究所報告, Y95013.
- [3] 科学技術庁 (1979), 衣・食・住のライフサイクルエネルギー,, 大蔵省印刷局.
- [4] 建設物価調査会積算委員会 (1994), 建設工事標準歩掛, (財) 建設物価調査会.
- [5] 建設工業経営研究会 (1994), 建築工事原価分析情報,, 大成出版社.
- [6] 建設省道路局企画課 (1994), 道路統計年報 — 1994 年版一, 全国道路利用者会議.
- [7] 建設省建設経済局, 建築統計年報 (各年版) .
- [8] 厚生省生活衛生局水道環境部水道整備課 (1995), 平成 5 年度水道統計—施設・業務編一.
- [9] 斉藤雄志 (1996), 「都市設備ストックの資源必要量」, 第 12 回エネルギーシステム・経済コンファレンス講演論文集,, 123-128.
- [10] (社) 資源協会 (1994), 家庭生活のライフサイクルエネルギー, あんほるめ.
- [11] 富永潤一 (1994), 「日本のマテリアルバランス (1991 年度) <資源とリサイクル>」, クリーンジャパン, 109, 26-28.
- [12] 内山洋司・山本博巳 (1991), 「発電プラントのエネルギー収支分析」, 電力中央研究所報告, Y90015.

たがしら なおと
 技術評価グループ
 すずき つとむ
 筑波大学社会工学系
 うちやま ようじ
 技術評価グループ

グループウェア導入のホワイトカラー業務へ与える影響

The Effect of Groupware Introduction on Office Works

キーワード：情報技術、グループウェア、ホワイトカラー、生産性、コミュニケーション

馬場 健司

1. はじめに

1995 年は、インターネットやマルチメディアなどに関する記事が新聞、雑誌で毎日のように取り上げられ、言葉だけは社会的に定着したような印象を受ける。パソコン(PC)の年間出荷台数が 500 万台を超え、World Wide Web でホームページを公開する企業の急激な増加などの現象をみていると、わが国における企業の情報化投資は転機を迎えつつあるようにみえる。

(財)日本情報処理開発協会^[1]や日経情報ストラテジー編集部^[2]の調査によると、わが国の企業における情報化投資は、92 年以降の減少傾向の中で、エンド・ユーザー・コンピューティング(EUC)^[註 1]の推進、PC や LAN の導入へと向かってはいるものの、必ずしも全てのホワイトカラーが常時ネットワーク化された PC を利用可能な状況にはなっていないことが指摘されている。従って、ネットワーク化された PC を用いたグループでの共同作業といった利用形態による導入効果が本格的に発揮されるまでには、まだ多少の時間を要するものと考えられる。

90 年代以降の低成長経済、価格破壊、人件費の高騰、海外競争の激化など、従来の競争概念を超えた hyper competition 環境下で優位を得るため、多くの企業がビジネス・プロセス・リエンジニアリング(BPR)^[註 2]への取り組みを検討し始めたことに呼応して、近年特に、いわゆるホワイトカラー業務の生産性向上へ情報技術(IT)が果たす役割には大きな期待が寄せられている。しかし、L. C. Thurow^[4]をはじめいくつかの欧米での研究結果は、産業などのマクロレベルでは、これまでの情報化投資が生産性や収益率の向上に必ずしも結びついていないことを示している。T. H. Davenport^[5]は、その理由として IT のもつ 9 つの影響を、仕事の仕方を変えることに有効に利用しなかったことを挙げ、組織的、人的要因との連携を伴わない限り BPR は成功し得ないことを指摘している。そこで、IT の機能とは何か、その活用によるホワイトカラーの生産性向上とは何か、その考え方を整理しておく。

T. H. Davenport^[5]や(財)統計研究会^[6]の指摘を踏まえると、IT の業務プロセスに果たす機能は、表 1 に示す自動・代替的、共有・分析的、統合・

表 1 情報技術(IT)の業務プロセスに果たす機能

自動・代替的	人的労働に頼っていた業務プロセスを自動化、効率化、正確化すること
共有・分析的	業務プロセスの中で生じる知識や情報を共有し、分析的に利用すること
統合・調整的	複数の業務プロセスの並行処理を可能にし、地理的に離れた業務プロセスを統合、調整すること

(注) 文献[5][6]を参考に作成

(注 1) EUC とは、組織の情報化を、これまでのように情報システム部門だけが主体的に推進するのではなく、現場のユーザーも共に主体的に推進していくことを意味する。

(注 2) M. Hammer & J. Champy[3]によれば、BPR とはコスト、品質、サービス、スピードのような、重大で現代的なパフォーマンス基準を劇的に改善するために、ビジネス・プロセスを根本的に考え直し、抜本的にそれをデザインし直すことと定義されている。

調整的という3つのカテゴリーに整理できる。但し、これらは明確に全く別のカテゴリーとして分類されるものではなく、相互に重複する部分も大きいと考えられる。情報化投資の初期段階においてNC工作機械などが生産ラインへ導入された、いわゆるフレキシブル・マニュファクチュアリング・システム(FMS)などが、自動・代替的機能を活用した1つの事例と考えると、PC、LANやグループウェアの導入に伴って、将来大きな効果が期待されるのは、主として共有・分析的、統合・調整的機能の活用によるホワイトカラー業務の革新といえる。

鶴沢⁷⁾は、経営組織における事務を大きく2つに分類し、それぞれの生産性向上の考え方について言及している。表2は、これを簡略にまとめ、ITのもつ3つの機能の活用による生産性向上の具体例を示したものである。強制的事務は、選択の余地のない事務であり、これを削減することは不可能、或いは困難であることから、一定のアウトプットを極力少ないインプットで達成する効率性(eficiency)を重視する必要がある。ここでは、ITの自動・代替的機能の活用による人員削減、残業時間削減、コスト削減などの効果が考えられる。一方、自発的事務は、削減も増大も組織の意思に基づくものであることから、一定のインプットで極力大きいアウトプットを達成する有効性(effectiveness)を重視する

必要がある。ここでは、ITの共有・分析的、統合・調整的機能の活用による時間生産性の向上、成果の質的向上などの効果が考えられる。

以上の整理をもとに、本稿では、PC、LANやグループウェアの導入がホワイトカラー業務へ与える影響について、企業の業務レベルの分析より明らかにする。具体的には、まず、グループウェアの活用形態と導入効果について、先進企業の事例を文献調査、ヒアリング調査より収集、整理する。次に、実際にグループウェアを導入している企業における利用者を対象としたアンケート調査データを用いて、グループウェアの利用が、ホワイトカラー業務のどのような側面において生産性向上に寄与しているのか、その実態を分析する。

2. 先進企業におけるグループウェアの活用形態と導入効果

図1は、グループウェアの活用方法と導入効果について、先進企業の事例を文献調査より整理し、これらに共通する傾向をパターン化したものである。

共有・分析的機能の活用形態として、以下の3つのパターンに分類できる。

第1は、業務連絡、報告などをそれまでのメディアから電子メールへ代替したり、定型文書を電子的に標準化して管理するパターンである。

表2 ホワイトカラー業務の内容と生産性向上の考え方

分類	内容	生産性向上の考え方
強制的事務 (Compulsory Work)	<ul style="list-style-type: none"> ・法律、法令、規則その他国や地方公共団体などの定め ・ものによって強制される事由のために行われる不可欠の事務 ・契約、取引などの実施のために行われる不可欠の事務 ・組織の活動、維持、存続のためには不可欠な事務 ex. 決算関係、税務関係、届出・許認可関係、見積書作成、人事資料の作成・維持など 	<ul style="list-style-type: none"> ・一定のアウトプットを極力少ないインプットで達成する効率性(eficiency)の重視 ・自動・代替的機能の活用 ex. 人員削減、残業時間削減、コスト削減など
自発的事務 (Spontaneous Work)	<ul style="list-style-type: none"> ・組織の日常的な管理、統制のために行われる事務 ・組織の効率的な運営、発展、成長のために行われる事務 ex. 生産・販売・購買等のロジスティックな活動に付随する日常記録の作成やその分析、経営諸統計の作成とその分析、外部諸資料の収集・分析など 	<ul style="list-style-type: none"> ・一定のインプットで極力大きいアウトプットを達成する有効性(effectiveness)の重視 ・共有・分析的、統合・調整的機能の活用 ex. 時間生産性向上、成果の質的向上など

(注) 文献[7][8]を参考に作成

このような活用方法による効果として、郵送の手間とコストの削減、文書作成時間及び文書量の削減など、効率性からみた定量的な生産性の向上と共に、電話による思考中断の減少と発想支援、内容の確実な伝達など、有効性からみた定性的な生産性の向上も挙げられている。

第2は、個人、グループのスケジュール情報の共有により、コミュニケーションの向上を図るパターンである。その効果として、会議時間などの設定調整の減少、出社時間帯の違う人との電子会議システム上での意見交換による会議自体の減少など、概ね有効性からみた生産性の向上に資するものが挙げられている。

第3は、営業現場情報などその部門で業務上必要となる情報を、担当者同士と直属の上司レベルが共有するパターンである。例えば、商品知識、クレームなどを含めた営業現場情報をDBとして蓄積することにより、新人がベテランのノウハウの提供を受け、全体の社員のスキルアップにつながるという、やはり有効性からみた生産性の向上が挙げられている。

統合・調整的機能は、部門内で試験的に導入して当初の目的をほぼ達成した後に、更にコラボレーションや全社的な意思決定支援など、より高次のニーズが企業内で高まり、共有・分析的機能を更に部門間、企業間で大規模に活用するパターンが多い。その活用形態として、同様に以下の3つのパターンに分類できる。

第1は、標準化された定型文書、定型的に扱い難い付帯情報などを、複数の事業部、拠点間における企画、研究、製造、販売のワークフローの中で流通させ、統合的に活用するパターンである。例えば、設計作業中に生じる仕様変更などを申し送る、日欧米の拠点間で時差を利用して24時間体制で行う、或いは、顧客の要望に関する情報を営業、設計、製造などの各部門で共有し、きめ細かく迅速に対応するなどの事例がみられる。その効果としては、国内外への出張回数の削減、開発期間の短縮、提案書作成までの時間短縮などの効率性からみた生産性向上が挙げられている。

第2は、新製品開発の進捗情報など、部門を

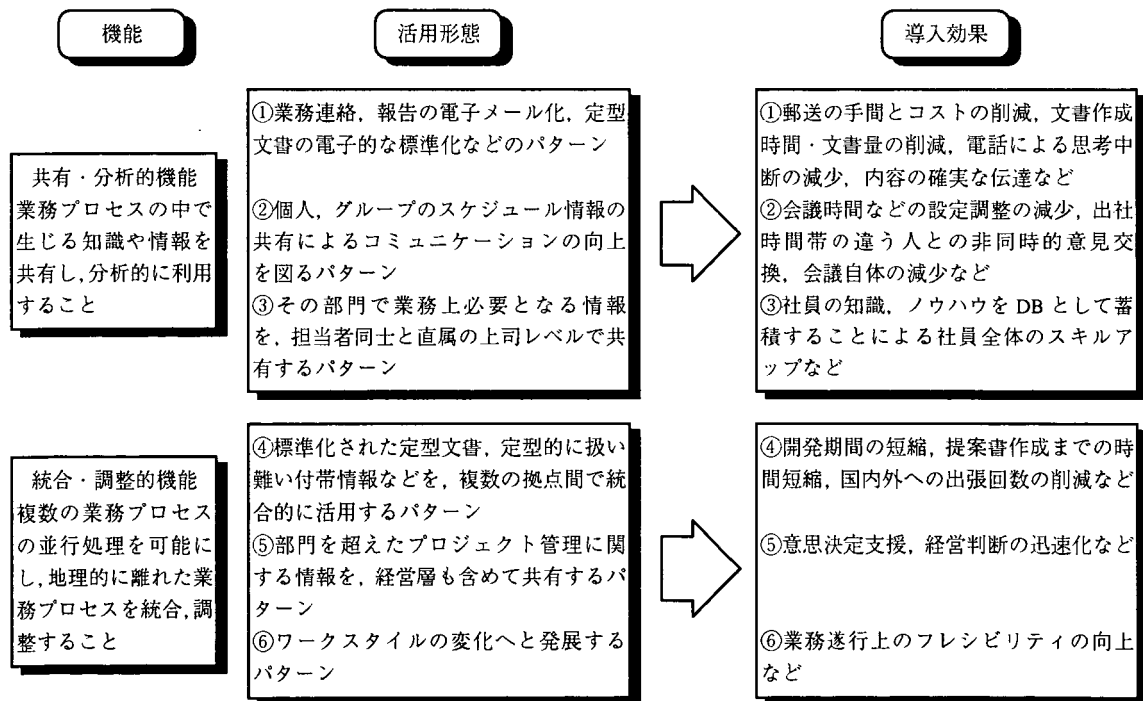


図1 先進企業におけるグループウェアの活用形態と導入効果

超えたプロジェクト管理に関する情報を、担当者同士と直属の上司だけでなく、経営層も共有するパターンである。この場合、更に意思決定機構や社内規定の見直しなど、他の業務プロセスの革新を同時に実施する事例もみられる。例えば、部長単独決済の場合は電子メールのみで済ませる、稟議書を電子メールで一斉同報配布して各々のコメントを聞いた上で決定する、決裁前の「伺い書」を立案者が直接社長に電子メールを送るなどである。その効果として、意思決定、経営判断の迅速化など、有効性からみた生産性の向上が挙げられている。

第3は、ワークスタイルの変化へと発展するパターンである。例えば、営業マン全員に携帯端末を配布し、営業現場情報の共有、報告のスピートアップを図り、直行直帰型の在宅勤務体制を施行するなどである。その効果として、業務遂行上のフレキシビリティの向上など、有効性からみた生産性の向上が考えられる。

これらの事例は、本来、有効性からの評価を重視すべき性格のものである。現状では、文書量の削減など効率性からの評価が多く挙げられているが、社員のスキルアップや成果の質的向上など有効性からの評価もみられており、多様な側面から評価する傾向が徐々にみられている。

このような傾向は、ヒアリング調査結果からも明らかになっている。例えば電気事業 A 社では、これまで行ってきた省力化、ペーパーレス

化など効率性からの定量的評価が、実際には人員削減などと結びつけることが不可能であるため、現在ではそれにより得る経営方針の寄与度、業務改善への寄与度などの有効性からの定性的評価の方法を模索している。また、B 社においても、単に効率性からの評価だけでなく、IT 導入により業務が革新された部分を明らかにし、有効性からの評価としての業務高度化目標に対する寄与などを総合的に評価するようにしている。しかし、このような評価の具体的なフレームワークや方法については、今後の課題となっている。

3. グループウェア利用のホワイトカラー業務へ与える影響

3.1 分析に用いるデータ

ここでは、グループウェアの利用が、ホワイトカラー業務のどのような側面の生産性向上に寄与しているのか、利用者からみてどのように評価されているのか、その実態を明らかにする。用いるデータは、ある企業でグループウェア導入の際にその利用者を対象として実施したアンケート調査データである。サンプルの職種は管理、専門、事務職などである。調査実施時点は、425 台の PC が先行的に導入され、電子メールなどのグループウェアが利用され始めた段階である。従って、前章で整理した 6 つの中では、主として、共有・分析的機能の第 1、2 パターンの

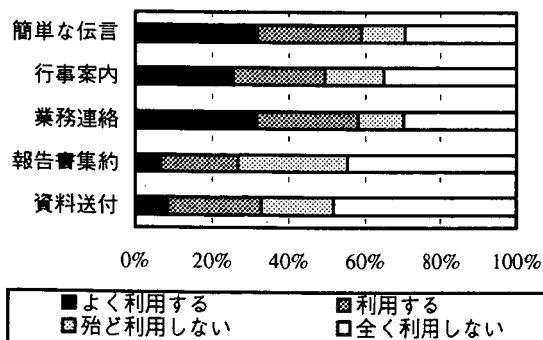


図2 コミュニケーション別にみた電子メールの利用頻度

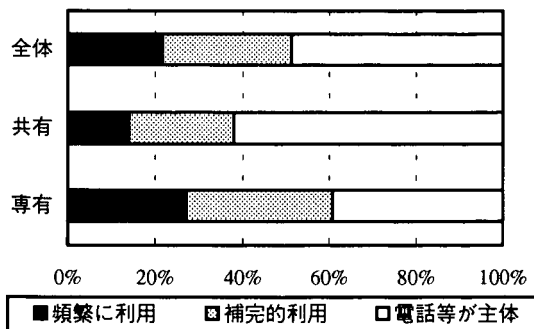


図3 PC利用人数別にみた電子メールの利用状況

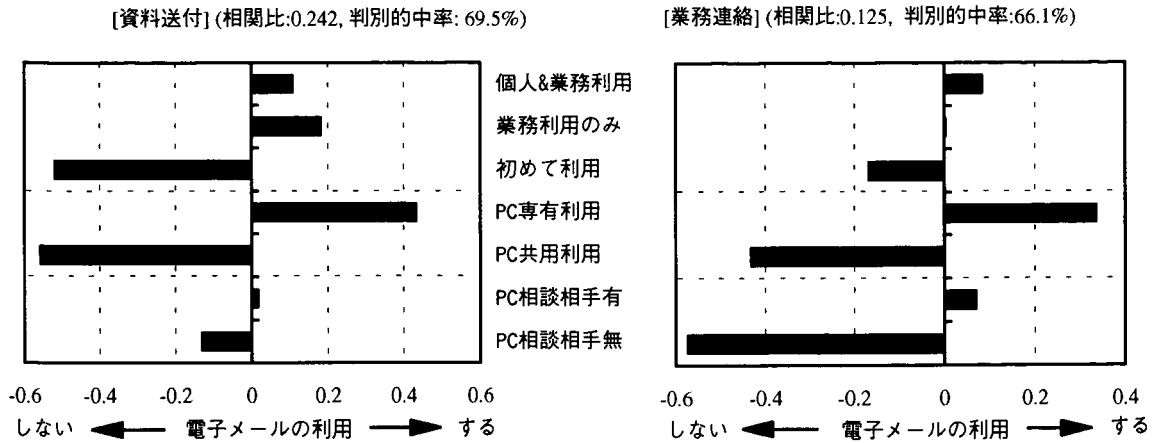


図4 電子メール利用を決定する要因

活用による効果が期待される段階といえるが、この企業の利用者はどのように評価しているであろうか。

3.2 電子メールの利用状況

図2は、電子メールの利用状況を5つのコミュニケーション別に示したものである。業務連絡、簡単な伝言などでの利用は多いが、資料送付、報告書集約などにはあまり利用されていない。独立性の検定結果では、電子メールの利用状況は、PC利用人数や部署で大きく異なっていることが分かった。このうち、PC利用人数別にみた具体的な傾向は、図3に示すとおりである。電子メールの頻繁な利用、電話やFAXの補完的利用が、1人1台でPCを専有している環境では60.7%を占めているのに対して、数人で共有している環境では38.0%を占めているという全く対照的な傾向を示している。

このように電子メールの利用促進には、PC利用経験やその他の個人属性に起因する要因よりも、まず1人1台のPC専有という利用環境による影響の方が大きい可能性が考えられる。そこで、前述の5つのコミュニケーション別に、電子メールの利用を決定する要因として、PC利用環境、個人属性が総合的にみてどの程度影響を及ぼしているのかを、数量化理論Ⅱ類分析より明らかにする。図4は、その結果のうち資料送付、業務連絡について示したものである。グ

ラフは説明変数のカテゴリースコアを示しており、その絶対値が大きいほど、目的変数である電子メールの利用(する/しない)への寄与が大きいことを示している。説明変数には独立性の検定であまり有意でなかったものも含まれているため、相関比がかなり低く、モデルとしては有意とはいえないが、概ね以下のような傾向が読みとれる。すなわち、コミュニケーションを行う際の電子メールの利用決定要因は、その性格によってやや異なるが、PC利用人数が大きく影響する場合が多い。PC利用経験やPC相談相手は、多くの場合PC利用人数ほど重要な要因となっていない。カテゴリースコアの符号条件をみると、初めてPCを利用し、かつPCを数人で共有し、更にPCの相談相手が周囲にいない人は、いずれのコミュニケーションを行う際にも電子メールを利用しない傾向が窺える。

以上より、電子メールの利用促進のためには、まず、1人1台のPC専有という利用環境を整備し、次に、利用経験の浅い人には周囲に相談相手をおくようにすることが重要となる。但し、この分析で用いた以外の電子メール利用決定要因として、これらのコミュニケーションの発生頻度、職種などが考えられる。従って、全ての人を対象に以上のような環境整備が必要というわけではなく、その発生頻度に応じた順序で重点的に整備していくことが、現実的な対応とし

ては重要といえる。

3.3 電子メール利用による生産性向上

図5は、ホワイトカラー業務の有効性からみた生産性向上に関する8つの項目に対する、電子メール利用による効果の評価を示したものである。電話相手が捕まらない状況(電話の空振り)の減少、情報伝達の正確・確実化、新鮮な情報の増加、獲得する情報量の拡大については、効果があったとする評価が比較的多く、約40%を占めている。しかし逆に、他部門とのコミュニケーションの増加については、効果がないという評価が85.8%を占めている。このような共有・分析的機能の活用による効果は、利用開始の初期段階からすぐに発揮されるという性格のものではないということが窺える。

また、図6は、これら8つの項目における効果を総合的に評価して時間に換算した短縮効果の度数分布を示したものである。これは、電子メールを利用することによって、業務全体の中でどの程度の時間短縮が生じたか、すなわち、余剰時間がどの程度生じたか、ということを示している。従って、図で負の値は、電子メールを利用することによって時間が余計にかかるようになったことを意味している。このようにロスタイムが生じたという回答や効果はない(0分)という回答もみられるが、平均で12.8分、最大で120分の時間短縮効果がみられる。

以上のような電子メール利用による生産性向上評価、時間短縮評価には、独立性の検定結果では、電子メール利用状況が影響していること

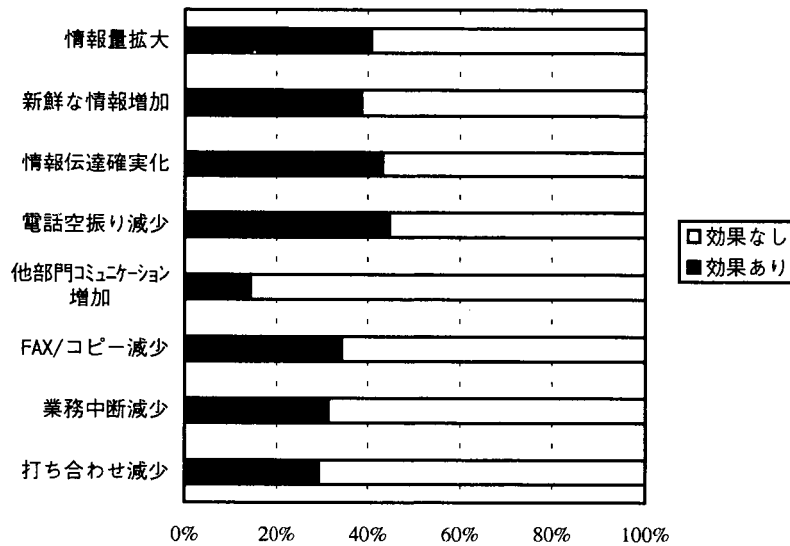


図5 電子メール利用による生産性向上評価

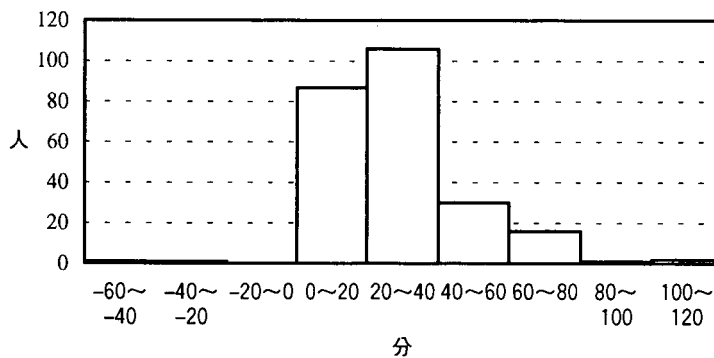


図6 電子メール利用による時間短縮効果評価

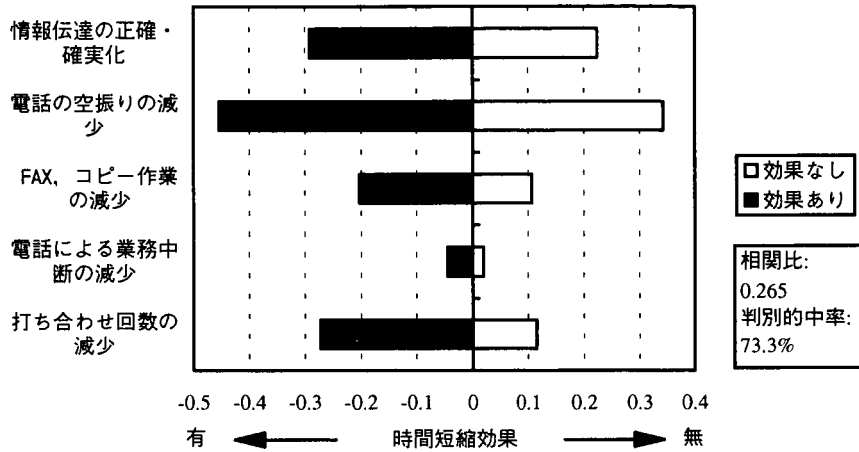


図7 時間短縮効果に寄与する要因

が分かった。その具体的な傾向としては、電子メールの利用が頻繁であるほど、時間短縮効果、或いは生産性向上効果があるという評価が多い。従って、前にみたように、PC利用人数、部署で電子メールの利用状況が大きく異なるのと同様に、生産性向上効果、時間短縮効果も大きく異なっている。結局は、1人1台のPC専有という利用環境に大きく影響される電子メールの利用状況が、更に生産性向上効果、時間短縮効果評価へも影響しているという構造となっていることが窺える。

ところで、これら8つの生産性向上の項目を総合的にみると、時間短縮に対してどの程度寄与しているのだろうか。時間短縮に直接つながると考えられる5つの項目を説明変数、時間短縮を目的変数とする数量化理論Ⅱ類分析を行った結果を図7に示す。やはり、電話の空振りの減少が時間短縮に最も寄与している。これは、これまで電話などに依存していたコミュニケーションのうちのいくつかを電子メールで代替することにより、いわば余計な時間を費やさずに済むようになったと評価されていることが考えられる。逆に、電話による業務中断の減少は突出して時間短縮には寄与していない。これは、まだグループウェア導入の初期段階であることから、PC利用環境や部署によって、電子メールへの代替があまり浸透しておらず、従来通り電

話によるコミュニケーションが多く、電話を受ける回数、実感としてはあまり変動してないことが考えられる。

4. おわりに

ホワイトカラーの生産性は、効率性と有効性の両面から評価する必要がある、徐々にその傾向はみられている。しかし、一概にホワイトカラーといっても、専門・技術、管理、事務、販売など、その職種は多様である。職種によって、効率性から評価すべき仕事と有効性から評価すべき仕事の発生頻度は異なる。従って、より詳細な生産性向上の評価には、各職種の仕事内容に応じて、効率性と有効性を融合させたフレームワークを用意しなければならない。

また、新しいメディアが導入されても、電話やface-to-faceによる同時的・対話的コミュニケーションが不要になることはなく、人間同士が必要とするコミュニケーションに大きな変化はないと考えられる。しかし、新しいメディアが、従来のメディアから代替していく部分とそうでない部分が存在することも事実であり、それによってコミュニケーションのスタイルは変化していく。グループウェアの普及とともに、コミュニケーションの性格に応じたメディアの選択を可能にするハード、ソフトの両面にわたる環境整備が必要となるであろう。

この点に関して、サテライトオフィス、ホームオフィスなどを利用したテレワークの先進事例は参考になる^{(注3)(注4)}。例えば、C社(情報関連ソフト・ハード製造業)では、フレックスプレイス制度などを導入しており、上司と相談の上で自己責任の原則のもと、仕事を行う場所を選択できる。face-to-faceのミーティングは各管理者の判断に委ねられており、他部門間で即時性の要求される調整が頻繁に起こる時以外は必要以上には行われていない。更に、通常の隣席同士のコミュニケーションでも、状況に応じて、時間生産性をできるだけ損なわない方法やメディアを選択するように配慮するなどといった独自のコミュニケーション風土が醸成されている。

この背景には、当然ながら各人の情報リテラシーが高く、1人1台のPC利用環境などの前提条件が存在する。しかしそれらに加えて、企業風土として既に定着している部分をどのように変えていくか、といった点も重要である。従って、コミュニケーションの性格や状況に応じて、電子メール、電話、FAX、face-to-faceなどのメディアを効果的に使い分ける各人の情報リテラシーを向上させるとともに、企業のコミュニケーション風土を変えていく必要もある。

【参考文献】

- [1](財)日本情報処理開発協会: 情報化白書 1995; コンピュータ・エージ社, 1995.
 [2]日経情報ストラテジー編集部: 上場企業2000社の「情報化進展度調査」; 日経情報ストラテジー1995年1月号, pp. 86-101, 日経BP社.

- [3]M. Hummer, J. Champy: "Reengineering the Corporation - A Manifesto for Business Revolution"; Linda Michaels Literary Agency, 1993. (邦訳: 野中郁次郎監訳: リエンジニアリング革命—企業を根本から変える業務革新; 日本経済新聞社, 1993.)
 [4]L. C. Thurow: "Foreword" in Michael S. Scott Morton ed.: The Corporation of the 1990's: Information Technology and Organizational Transformation; New York: OxfordUniversity Press, 1991.
 [5]Thomas H. Davenport: "Process Innovation: Reengineering Work through Information Technology"; Ernst & Young, 1993. (邦訳: ト部正夫他訳: プロセス・イノベーション; 日経BP出版センター, 1994.)
 [6](財)統計研究会: 情報化投資の効果分析に関する調査研究; 1995.
 [7]鶴沢昌和: 事務研究序説(IV)—事務のC/S分類試案一; 青山経営論集 Vol. 18, No. 1, 1983.
 [8]山上俊彦: 「管理職削減」を恐れるよりも「余った時間の活用を」; エコノミスト '96. 3. 19 pp. 67-69, 毎日新聞社.
 [9]日経情報ストラテジー1994年11~1996年3月号; 日経BP社.
 [10]M. N. Frolick, R. B. Wilkes & R. Urwiler: Telecommuting as a workplace alternative: an identification of significant factors in American firms' determination of work-at-home policies; Journal of Strategic Information Systems, Vol. 2, No. 3, September, 1993.
 [11]Wendy A. Spinks: 海外におけるテレワークの経緯と現状; 日本労働研究機構調査研究報告書 No. 75, pp.94-103, 1995.

(ばば けんし
社会システムグループ)

(注3) M. N. Frolick et al[10]によれば、米国のテレワーカーに対するヒアリング調査より、彼らの生産性向上に最も寄与した要因が、業務中断の減少であることを指摘している。

(注4) W. A. Spinks[11]によれば、テレワークは、企業にとっては、生産性向上、人材獲得、コスト削減など、また、交通混雑や大気汚染の防止、地域活性化、災害・危機管理などの公共的側面からもメリットのあるものとして、米国をはじめいくつかの国で普及しつつあることが指摘されている。

温暖化対策のタイミングと費用

一温室効果ガス濃度安定化目標下での最適戦略における 限界費用の時間経路一

Timing and Costs of Mitigating Global Warming:
The Optimal Marginal Cost Trajectory with Policy Targets of Greenhouse Gas Concentration

キーワード:地球温暖化、二酸化炭素、限界費用、最適戦略、濃度安定化

杉山大志 長野浩司

温室効果ガスの濃度安定化を目標とした、排出削減対策費用の最小化問題において、限界対策費用が従う時間経路の解析解を導き、以下のことを示した。1) 費用面からみた合理的な温室効果ガス排出削減戦略においては、割引率および大気中のガス寿命（時定数）が重要な因子である。2) 短期的な温室効果ガス排出量目標を置く場合に比較して、長期的な濃度目標を採用することにより、排出削減費用を全期間を通してより効率的に配分することができ、ひいては総対策費用を相当程度削減できる可能性がある。3) 大気中のガス寿命が比較的短いメタンについては、少なくとも当面はその排出削減の優先度は低い。

- はじめに
 - 最適限界費用の時間経路
 - 限界費用の解析解
 - CO₂、メタン排出抑制の最適限界費用経路
 - CO₂排出抑制の最適経路についての考察
 - メタン排出抑制の最適経路についての考察
 - 濃度と温度の超過（オーバーシュート）
 - 結語
- 参考文献
- 付録 限界費用の解析解の導出
- A.1 複数の濃度目標がある場合
 - A.2 Hotelling の定理との形式的類似性について

1. はじめに

地球温暖化問題への対応の方向について定めた気候変動枠組み条約においては、「自然生態系に深刻な人為的被害をもたらさない水準への温室効果ガス濃度の安定化」を最終目標とし、その達成のための第1段階として、「2000年における温室効果ガス排出を1990年以前のレベルに回帰させること」を先進諸国に義務づけている。また、2000年以降の排出目標については、1997年に日本で開催される予定の第3回締約国会議(COP3)で議論される見通しである。

究極的な目標としては、温室効果ガス濃度安定化以外に選択されうる候補として、温暖化損害と対策費用の総和（実質的な総費用）の最小化、全世界の地表面気温の年間平均値（全球平

均気温）の安定化、の2つの可能性があった。しかし、今日得られている科学的知見の確度では、具体的な対策手段との関係を定量化できるのは温室効果ガス濃度までであり、総費用最小化、全球平均気温の安定化については、概念としては濃度安定化よりも優れているが、実際に政治的な目標としては適用不可能である。

わが国でも、温暖化対策のあるべき方向性について議論が活発に進められて来てはいるが、概してそうした議論はまず排出量の目標値を前提として定めた上で、具体的な対策について検討するという形でなされている。しかし、温暖化問題において、環境影響を及ぼすより直接的な因子は大気中の温室効果ガス濃度であって、排出量ではない。目標年に実現される濃度が同じであれば、そこに至るまでの排出量がどのよ

うな時間経路をとっても、その環境影響は殆ど変わらないと考えられている。

ここで、環境影響をある一定限度以内に留めるという制約の下で、排出削減の努力及び費用を全期間に亘って最も適切に配分することによって、排出抑制のためのコストを削減できる可能性がある。例えば、2000年から2030年までの間にある一定の排出量レベルに保つ場合に2030年に到達する濃度と同じ濃度に至るためには、初期時点でより大きな排出抑制を図って後で排出量を増すものや、初期に排出量を増加し後に排出抑制を加速するものなど、多種多様な排出経路が存在する。本稿ではまず、そのような無数の排出経路のうち、目標時点に至るまでの総費用が最小になる経路について、限界対策費用^(注1)が従う関係式を導出する。次に、得られた最適な限界費用の式から得られる示唆について、世界、国、あるいは国内の産業部門・企業レベルの排出抑制の在り方に関して、効率的な時点間費用配分、設備ストックの更新、および技術進歩等の観点から考察を加える。

2. 最適限界費用の時間経路

2.1 限界費用の解析解

気候変動枠組み条約の最終目標は、「自然生態系に深刻な人為的被害をもたらさない水準への温室効果ガス濃度の安定化」となっている。これに従えば、解くべき問題は「ある年（例えば2050年）以降の温室効果ガス濃度を安定化するためのコストを最小化する」となる。ここでは、ある年以降とするかわりに、その年度のみ目標を設定すれば^(注2)、原問題は以下のように

に定式化される：

$$\min TC[E(t)] = \int_{t_0}^{t_1} C(t') [E(t')] e^{-rt'} dt' \quad (1)$$

$$\text{s.t. } M(t_1) = M_1 \quad (2)$$

但し目的関数は、全計画期間（ t_0 から t_1 ）におけるエネルギーシステムコスト（エネルギーの生産から転換、輸送、消費までの全てに関する資本、運転および修繕コストの総和）の現在価値の総和 TC であり、時刻 t_1 における濃度 $M(t_1)$ を目標 M_1 に抑えるという制約下で、排出量経路 $E(t)$ を変化させることによって TC を最小化する。時刻 t のエネルギーシステムコスト $C(t)$ は排出経路 $E(t)$ の汎関数である。この問題は厳密に解けて^(注3)、コスト効率的な排出削減戦略における限界費用 MC は、時間経過につれて次の式に従って上昇する：

$$MC = |\lambda| f(t_1 - t) e^{rt} \quad (3)$$

但し t_1 は濃度目標を達成する目標年（例えば2050年）であり、 $f(t)$ は時間 t が経過したときの温室効果ガスの大気中残存率（従って定義により $f(0)=1$ であり、 $f(t)$ は t とともに減少する。よって式(3)の項 $f(t_1-t)$ は t とともに増大する）、また r は割引率である。この式の導出の詳細については、Hotelling の定理との類似性の検討も含めて、付録に譲る。

式(3)の意味するところは、最適戦略における限界費用は時間とともに上昇し、その上昇する速さは、(1)排出からの時間経過(t_1-t)の増大につれて、大気中濃度が早く自然減少するガスほど、また(2)割引率 r が高いほど、大きいということである。

(注1) 本稿での限界対策費用（あるいは以下単に限界費用とも書く）とは、炭素排出を 1t-C 削減するのに必要な追加費用のことであり、直接規制や補助金などが無く炭素税のみによって排出削減を行う場合には、その炭素税率と等しくなる。

(注2) 濃度目標を特定の単年度（例えば2050年）にのみ設定するか、それ以降（例えば2050年以降）その濃度以下に保ち続けるようにするかは、当面の排出抑制戦略には

あまり影響しないと考えられる。また、一般に単年度でなく、複数年度の目標を設定する場合には、簡単な形で表現される解析解は存在しない。これについては付録を参照されたい。

(注3) 厳密に解けるのは、各々の温室効果ガスがそれぞれ線形の応答関数に従うと仮定しているからである。この仮定は以下の議論を本質的に妨げない妥当な仮定であると考えられる。

式(3)の注目すべき特徴は、限界費用 MC の時間依存性が、どのような排出削減技術やエネルギーシステムを想定するかには全く依存しないことである。これらの技術的想定は、定数 λ を介して、限界費用の絶対値にのみ影響する。

また一方、目標とする大気中濃度の絶対レベルも、定数 λ にのみ反映されている。すなわち、限界費用の指数関数的上昇に伴って、その限界費用以下で利用できる排出抑制対策・技術が順次導入されて行き、全期間を通じた排出削減を行う結果、目標とされる大気中濃度に到達する。

2.2 CO₂、メタン排出抑制の最適限界費用経路

次に、最も重要な温室効果ガスである CO₂ とメタンについて具体的に限界費用を求めるために、応答関数 $f(t)$ を以下のように導入する。

・ CO₂ については5つの異なる時定数 τ を持つ指数関数の和：

$$f(t) = \sum_{i=1}^5 \alpha_i \exp\left(-\frac{t}{\tau_i}\right) \quad (4)$$

但し、 τ 、及び基準化のための係数 α の各々の値は表1で与えられる。式(4)は、大気物理の専門家によって提案され、広く受け入れられている近似式である。

・メタンについては時定数 $\tau=14.5$ 年の指数関数：

$$f(t) = \exp\left(-\frac{t}{\tau}\right) \quad (5)$$

CO₂ の応答関数 $f(t)$ は時定数が長い成分を多く含み、CO₂ がメタンよりも長期に渡って大気中に残存することを示している^(注4)。それぞれについて、式(3)を用いて限界費用の時間依存性を計算した結果を、表2および図1に示す^(注5)。基準時点(0時点とした)の限界費用を1とし

表1 CO₂濃度蓄積モデルにおける

パラメータ設定値

i	1	2	3	4	5
α	0.131	0.201	0.321	0.249	0.098
τ	∞	362.9yr	73.6yr	17.3yr	1.9yr

た相対値で示している。

メタンについては、大気中に放出されても時定数14.5年程度という比較的短い時間で分解されてしまうために、例えば今日100g排出しても50年後には僅か3gしか大気中に残存せず、従って50年後の蓄積量にはあまり影響が無い。よって、最適な排出削減経路は、初期時点ではほとんど排出削減を実施しないでおき、目標年の直前から急激に削減を図る、というものになるだろう。このことを反映して、最適な限界費用の経路は少なくとも時定数14.5年の指数関数で急激に上昇するものとなっている。割引率が高い場合には、さらにその上昇は急速である。

一方、大気中で分解されず、海や陸地に時定数120年程度で吸収されるCO₂については、例えば今日の100gの排出のうち76gが50年後まで大気中に残存するために、現在の排出量を抑制するか否かが将来の濃度目標にかなり影響を及ぼす。この結果、 $f(t-t)$ の項に由来する限界費用の上昇は比較的ゆるやかになっており、限界費用の経路形状は主に割引率の選択に依存している。

3. CO₂排出抑制の最適経路についての考察

本格的なCO₂排出抑制対策を開始する合理的なタイミングは、割引率によって決定的に異なることが表2および図1から分かる。まず、割引率(年率、以下同様)が0%ならば、2050年

(注4) CO₂ についての $f(t)$ を単独の指数関数で近似すると時定数はおおむね120年となる。

(注5) 目標年度 t_1 は図表中の終端年($t=100$)以降に設定した。

表2 限界費用の時間依存性（基準時点（0時点）を1とする相対値）

t	CH4:r=0%	CH4:r=3%	CH4:r=10%	CO2:r=0%	CO2:r=3%	CO2:r=10%
0	1	1	1	1	1	1
10	2	3	5	1.0	1.4	2.8
20	4	7	29	1.1	2.0	8.1
30	8	19	159	1.2	2.9	23.3
40	16	52	861	1.2	4.1	67.1
50	31	141	4667	1.3	5.9	195.3
60	63	379	25284	1.4	8.6	574.2
70	125	1020	136979	1.6	12.8	1714.5
80	249	2744	742102	1.8	19.4	5234.7
90	496	7383	4020418	2.0	30.3	16498.7
100	989	19862	21781068	2.7	54.8	60041.6

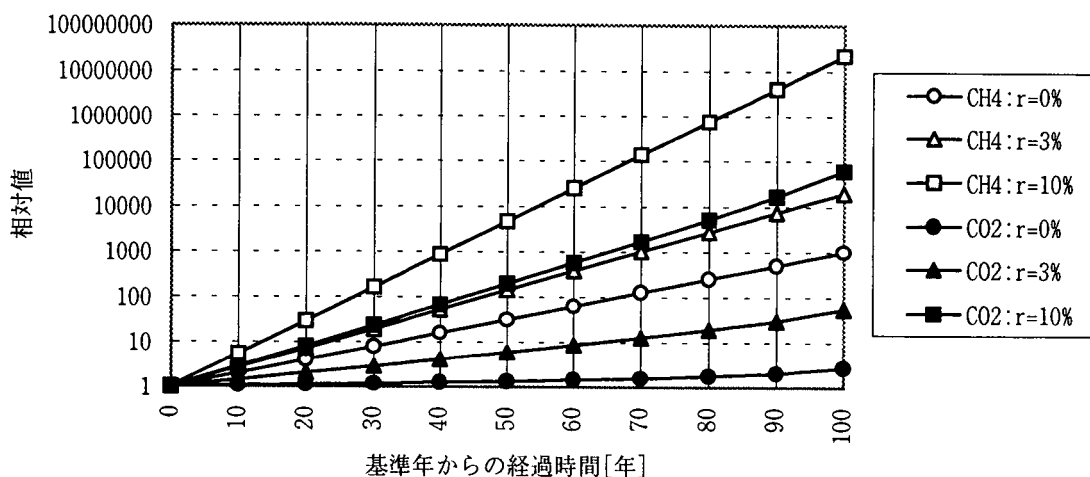


図1 限界費用の時間依存性（基準時点（0時点）を1とする相対値）

の限界費用は現在の約1.3倍になるに過ぎない。従って、技術進歩によるコスト減や現存する設備の寿命などの要因を除けば、採られるべき対策は初期の時点から実施される反面、50年間の時間経過につれて順次正当化され導入されて行く新規の対策は、多くは存在し得ないことになる。従って割引率0%の下では、例えば世界全体で仮に最終的な濃度レベルを産業革命前の2倍(550ppm)といった野心的な値^(注6)に設定するならば、高額な限界費用を持つ抑制対策が、直ち

に実施されることになるだろう。

一方、割引率を10%に設定すれば、最適戦略における限界費用は時間経過につれて急激に上昇する。これに対応した排出抑制戦略は、全く排出抑制をしない状態から多くの排出抑制対策を行う状態に短時間に推移するものになるだろう。

一般に民間部門においては、世界全体、国、あるいは公共部門での排出抑制の場合と比較して、相対的に高い割引率が参照されると考えられる。このことの排出削減戦略への影響を、仮に割引率を10%として、民間部門の中でも最もCO₂排出量の多い電力部門を例に考察してみる。

(注6) これを例えば一定の排出量で実現するためには、2100年までの世界の各年の排出量を現在のレベルでは固定する必要がある。

割引率を10%と仮定した場合、例えば初期時点の限界費用が炭素1トンあたり10ドル(10\$/t-C)であったとすると、それが100\$/t-Cへと10倍になるのに21年を要するのみであり、さらに10倍の1000\$/t-Cになるのにも42年しか要さない。ところで、100\$/t-Cという限界費用は、石油火力発電の排出原単位と対比すればおおむね2.0¥/kWhに相当し^(注7)、これら費用面から見る限りにおいては、石油ないし石炭火力発電の価格競争力を左右するような影響を持つ。また、限界費用が1000\$/t-Cになった時点では、排煙脱炭等を含めた殆どの炭素排出抑制技術が正当化されることになるだろう^(注8)。反対に、限界費用が10\$/t-C程度であれば、そのような限界費用を持つ対策が実施されたとしても、発電原価を0.2¥/kWh程度押し上げる効果しか無く、電源の選択に大きな影響を及ぼし得るものではない。従って、燃料転換による排出抑制のような本格的対策は、いずれにせよ実施されることはないだろう。

結局、42年程度という(電源設備を1ないし2回更新するであろう)時間範囲で、殆ど排出抑制をしないという状態から今日想定されている排出抑制対策のうちの大半を行うという状態に移行することが、10%という高い割引率の下での最も合理的な行動となる。どのようなタイミングでこの移行をすることが経済的であるかは、目標とする年度とその目標濃度、想定する技術進歩シナリオ、および化石燃料価格の推移などの諸要因によって決定される。

気候変動枠組み条約では、先に述べたように濃度安定化を究極の目標としているが、そのための道筋については、先進国はおおむね2000

年までに1990年の排出レベルで安定化するとしている以外に、特に定めていない。2000年以降の排出削減については来年3月に日本で開催される予定の第3回締約国会議(COP3)で議論される見通しであるが、濃度の安定化を図るという立場からは、2005年や2010年といった短期的な年次において厳しい排出量の数値目標を定めるという方法は、コスト効率的では無い可能性がある。

排出削減を初期時点では行わず、後の時点から開始した方がコスト効率的になり得るとする理由としては4つあり、

1. 割引率(r)があること
2. (応答関数 $f(t)$ に表される)濃度の自然減少があること
3. 既存設備の寿命があること
4. 新・省エネルギー技術の進歩が期待できるとされている(Richels[2])。3.は既存設備を途中で廃棄するのではなく、その寿命の満了を待ってから炭素排出の少ない設備を建設することが効率的であるという意味であり、4.は技術進歩によって将来時点ではより安価に脱炭素化を進めることができるという意味である。式(3)に即して言うならば、限界費用の時間依存性の関数形については3.、4.といったエネルギーシステムの具体的な条件とは独立に、割引率及び温室効果ガスの残存率(1.及び2.)だけで決まる。限界費用の絶対値には、 λ を介して3.及び4.が反映される^(注9)。

世界全体での排出削減経路を考える場合については、全体としての目標濃度と年度の設定もさることながら、その場合に適用する割引率の値が重大な問題となる。この場合にどのような割引率を設定するべきかは、専門家の間でも議論が分かれたままであり、「最適」とされる長

(注7) 発電効率を38%、CO₂発生原単位を0.903t-C/TOE、\$1=¥100と仮定した。

(注8) 本藤・内山[1]によれば、火力発電において排煙脱炭(CO₂の分離・液化および海洋貯留を含む)を実施した場合に、必要な処理費用は36000-69000¥/t-Cあるいは7.41-13.72¥/kWhとなっている。

(注9) 仮に技術進歩が年率 σ の排出抑制コスト削減を実現するならば、実効的に(見かけ上の)割引率が $r+\sigma$ に補正される、という解釈も可能である。

期的な排出抑制政策も、当面の排出抑制は殆ど必要ないとするものから、直ちに大規模な対策が必要、とするほぼ正反対のものまで、幅広い見解が存在しているのが現状である。

しかし何れにせよ、世界全体での問題を議論するときには、このような総費用面の分析を過度に重視することは危険である。なぜなら、仮に割引率を 10% に設定することが妥当であって、2020 年頃までは排出削減を実施せずにその後の 40 年間で全く排出しない状態に到達するという経路が費用最小であるとの解を計算上得たとしても、そのような劇的な変化が、国際社会において誰がその費用を負担するかという分配の問題を乗り越えて実現されるとは考え難いからである。

他方、世界全体での判断により目標時点での濃度目標^(注10)が与えられ、かつその目標の実現に向けての分担が決定されたとして、個々の国の産業部門あるいは企業レベルがどのような排出削減努力をすべきかという問題設定の下では、各主体はそれぞれ固有の割引率を有していることから、その割引率を用いて各主体が要求されている濃度削減への寄与の下での費用最小化を行うことが適切であると考えられる。この場合の割引率は比較的高いために、短期的な排出量目標ではなく、長期的（少なくとも 30 年程度）な濃度目標を用いることで、同じ環境影響の制約条件の下で総費用を相当程度削減できる可能性があり、注目に値する。特に寿命の長い設備ストックを多く保有している実施主体（例えば電気事業）であれば、このような長期濃度目標の優位性はさらに高まると考えられる。

言うまでもなく、温暖化対策は個々の実施主

体レベルではなく、社会全体の観点から要請されるものであり、従って実施主体の費用最小化という上記の文脈は、それ単独で正当化されるものではない。しかし、社会の意志として産業部門あるいは企業に何らかの温暖化対策の実施を求める場合においても、ある年度の排出量を直接規定するという硬直的な規制よりも、「濃度上昇への加担」の削減目標を規定し、その対策実施の時期については各主体の自主判断に委ねる柔軟な規制策のほうが、実施主体における費用効率性については勿論、結局は経済社会全体の観点からも好ましいであろう。

4. メタン排出抑制の最適経路についての考察

メタンは、その大気中の寿命が 14.5 年と短いために、割引率が 0% の場合であっても CO₂ について割引率を高く設定した場合と見かけ上同じように、急激に限界対策費用が上昇する。割引率を 3% と低めに設定しても限界費用が 10 倍になるのに 23 年しかかからないため、長期的な濃度目標の下では、初期時点（たとえば今後 10-20 年）においてはメタンの排出抑制のための限界費用は低く抑えられることになる。従って、最適な排出抑制戦略は、殆ど排出抑制をしない状態から、多数の排出抑制対策が実施される状態に短時間のうちに移行する、というものになるだろう。CO₂ へ課されるべき限界費用と調和したメタン排出削減のための限界費用を具体的に計算するためには、温室効果ガス排出による損害コストを比較するアプローチのみが知られている。これについて、筆者等は、IPCC が与えている地球温暖化ポテンシャル（Global Warming Potential, GWP：温暖化への各々の温室効果ガス 1 分子あたりの寄与の相対値）の、特に（GWP 評価において温暖化効果を考慮する時間範囲である）積分期間が 20 年のもの（メタン 1g=CO₂ 62g と換算する）を用いることは、メタンによ

(注10) 式(4)、(5)が線形であることから、ある特定の国あるいは企業ごとの「濃度への寄与（あるいは加担）」の削減目標を定めることが可能である。非線形であれば勿論このような寄与の分離は不可能であるが、この線形式は良い近似であると考えられているため、本稿の議論に支障は無い。

る環境影響の過大評価につながり、正当性は薄いとの結果を得ている（杉山他[3]）。

5. 濃度と温度の超過（オーバーシュート）

急激な限界費用の上昇に対応して、多数の排出抑制対策が一斉に導入される場合、その時点以降には排出量が急速に低下する。その場合、温室効果ガス濃度は、一次的に目標値を超過（オーバーシュート）したのちに、低下して最終目標に到達するという経路をとることが起こりうる。極端な場合には、温度についても、一次的に上昇したのちに最終状態に低下して到達することもあり得るだろう。このような超過を生じなくても、一般的に抑制開始以前および直後には、温度上昇速度が大きくなる。

この温度上昇速度の一時的加速が生態系にとって追従が困難であり、重大な影響を及ぼし得るような問題ならば、このような経路は回避すべきである。現状では、生態系への損害の正確な評価が不可能であるため、温度上昇速度の影響を知ることは非常に困難である。ただし、最も重要な温室効果ガスである CO₂ については、そのガス寿命が 120 年程度と長いために濃度の超過はそれほど大規模には起きず、また全球平均気温についても、海洋の熱容量が大きいことから 30 から 50 年の時間応答遅れがあると考えられているために、温度のオーバーシュートの程度も小さくなる。従って、これらのオーバーシュートによる環境影響は、あまり重大な問題とはならないと思われる。

6. 結語

本報告では、温室効果ガスの濃度安定化を目標とした排出削減対策費用の最小化問題において、限界対策費用が従う時間経路の解析解を導き、そこから得られる温室効果ガス排出削減戦略への示唆を考察した。主要な結果は、以下のようにまとめられる。

- (1) 費用面から見た合理的な温室効果ガス排出抑制戦略においては、割引率および大気中のガス寿命（時定数）が重要な因子であることを示した。
- (2) 世界全体あるいは国レベルでの排出抑制戦略においては、割引率の設定は難問である上に、本稿のような費用分析で得られる結果に沿うような最適戦略が実現可能であるかについても疑問が残る。世界全体についての目標濃度制約下での費用最小化の観点からは、当面の排出削減は効率的で無く必要ないとの見方もあるものの、国際的公平（先進国の過去の汚染責任）、国際協調、世代間公平などの観点から、仮に長期的な濃度目標を定めるとしても、先進国の側からの長期的な排出削減へ向けての率先した取り組みが求められる。
- (3) 産業部門あるいは企業レベルでは、それぞれ固有の比較的高い割引率を有しているために、短期的（2005 年ないし 2010 年）な排出量制限を規定するよりも、より長期的（2030 ないし 2050 年）な「濃度上昇への加担」の低減目標を設定し、その枠内で具体的な排出抑制戦略を、実施主体の自主判断に基づいて立案し実施することで、同じ環境影響の制約条件の下での所要費用を相当規模削減できる可能性がある。特に設備産業である電気事業の場合には、寿命の長い設備ストックを多く保有しているという特徴があることから、このような長期濃度目標の優位性はさらに高まる。しかし以上のことは、費用以外の観点からの温暖化抑制への努力を否定するものではない。また、将来起こり得る大規模な排出抑制に備えて、その費用を下げるための対策技術の研究開発などの努力は、現時点から推進し継続していく必要があるだろう。
- (4) メタンについては、その寿命が短いために、

例えば 2050 年といった、適切な長期的視野で濃度目標を設定する場合には、少なくとも今後 10 ないし 20 年はその排出抑制を実施することの意義は薄い。

短期的な排出量規制策に比較した場合の、長期的な濃度規制策の優位性は、世界、国、あるいは産業部門・企業の何れを対象とするかといった状況に応じてその程度には差があるものの、本報告で明示した限界費用の時間経路などによって、定性的には明らかである。今後の展開としては、国あるいは個別産業部門（具体的には電気事業）を対象として、技術選択を明示的に考慮した定量的な検討を行う予定である。

謝辞

本研究にあたっては、横浜国立大学講師の藤井康正氏および東京大学教授の山地憲治氏に有益な助言を戴いた。また、とりまとめの段階では、編集委員および匿名の外部査読者からのコメントを戴いた。ここに深く感謝の意を表したい。

【参考文献】

- [1] 本藤 祐樹、内山洋司、火力発電プラントの環境対策コスト分析、電力中央研究所研究報告 No.Y92009、(財)電力中央研究所、1993 年 3 月。
- [2] Richels, R., presentation at Energy Modeling Forum 14 meeting, Mar 25, 1996, IIASA, Austria.
- [3] 杉山大志、Leslie Liu、山地憲治、損害コストの比較による温室効果ガスのウェイトづけ—経済的温暖化ポテンシャル(Economic GWP)—、第 11 回エネルギーシステム・経済コンファレンス、エネルギー資源学会、1995 年 1 月。

付録 限界費用の解析解の導出

ここでは、本文中で省略した式展開の詳細について示す。変数の定義については表 3 を参照されたい。

目的関数は、全計画期間における総エネルギー

システムコスト TC であり、それを時刻 t_1 のおける濃度^(注 1) 目標 M_1 のもとに、排出量経路 $E(t)$ を変化させて最小化することを考える。

$$\min. TC[E(t)] = \int_{t_0}^{t_1} C(t)[E(t)] e^{-\rho t} dt \quad (6)$$

$$\text{s.t. } M(t_1) = M_1 \quad (7)$$

ここで時刻 t のエネルギーシステムコスト $C(t)$ は排出経路 $E(t)$ の汎関数である。これを解くためには、Lagrange 乗数 λ を導入して、次の L を最小化すればよい。

$$L = TC[E(t)] - \lambda \cdot \{M(t_1) - M_1\} \quad (8)$$

ここで、便利のために大気中濃度を計画期間前(M_a)と後(M_b)の排出の寄与に分けておく。

$$M(t) = M_a(t) + M_b(t) \quad (9)$$

すると、

$$M_b(t_0) = 0 \quad (10)$$

$$M_b(t) = \int_{t_0}^{t_1} E(t') f(t_1 - t') dt' \quad (11)$$

となる。これを用いると、目標時刻における濃度の目標からのずれは以下のように表される。

$$\begin{aligned} M(t_1) - M_1 \\ = M_a(t_1) + \int_{t_0}^{t_1} E(t') f(t_1 - t') dt' - M_1 \end{aligned} \quad (12)$$

他方、限界排出削減費用 MC および割引率 r の定義式は

$$MC = -\frac{\delta TC}{\delta E(t)} \div \frac{\delta TC}{\delta C(t)} \quad (13)$$

$$\frac{\delta TC}{\delta C(t)} = e^{-\rho t} \quad (14)$$

である。以上の下に最小化問題を解くと、

(注 1) 大気中の CO_2 蓄積量(Gt-C)は、換算係数 0.471 (pmv/Gt-C)を用いて濃度に換算することができる。モデルでは蓄積量で記述しているが、文中では慣用に従って濃度という用語を用いることにした。

表3 変数の定義

変数名	単位	意味
MC	\$/t-C	限界排出削減費用
TC	\$	総エネルギーシステムコスト
$C(t)$	\$	時刻 t におけるエネルギーシステムコスト
$E(t)$	t-c	時刻 t における CO ₂ 排出量
$M(t)$	t-C	時刻 t における大気中 CO ₂ 蓄積量
$M_1(t)$	t-C	時刻 t の CO ₂ 蓄積量のうち、時刻 t_0 以前の排出の寄与分
$M_2(t)$	t-C	時刻 t の CO ₂ 蓄積量のうち、時刻 t_0 以降の排出の寄与分
r	1/yr	割引率
t_0		計画期間の初期時点
M_0	t-C	時刻 t_0 における CO ₂ 蓄積量
t_1	yr	CO ₂ 蓄積量目標の第1設定時点
M_1	t-C	時刻 t_1 における CO ₂ 蓄積量目標
t_2	yr	CO ₂ 蓄積量目標の第2設定時点
M_2	t-c	時刻 t_2 における CO ₂ 蓄積量目標
$f(t)$		時刻 $t=0$ に排出された CO ₂ が大気中に残存している割合
λ	\$/t-C	Lagrange 乗数

$$\frac{\delta L}{\delta E(t)} = \frac{\delta TC}{\delta E(t)} - \lambda f(t_1 - t) = 0 \quad (15)$$

が成立するから、限界費用 MC について解くと、

$$MC = -\frac{\delta TC}{\delta E(t)} e^{rt} \quad (16)$$

$$= -\lambda \cdot f(t_1 - t) e^{rt} \quad (17)$$

が成立する。

A.1 複数の濃度目標がある場合

異なる2時点で濃度目標を与える場合は、 MC は上記のような簡単な形では解けない。例えば目標時刻が2つある場合には、

$$MC = \{\lambda_1 \cdot f(t_1 - t) + \lambda_2 \cdot f(t_2 - t)\} e^{rt} \quad (18)$$

となる。 λ_1 と λ_2 は簡単な関係を持たないので、この和がどのような形になるかはそれぞれの目

標値の設定によって変わってくる。同様に、複数の時点で濃度目標を与える場合には、簡単な関数形で書くことはできない。これは目標が無制限個になった場合と考えられる濃度安定化目標、例えば2050年以降の濃度安定化、という場合についても同様で、簡単な関数形からは外れる。しかし、濃度安定化という目標を立てる場合には、少なくとも当面の排出抑制策を立案するためには最も早い時点における目標が最も重要であって、それ以降の目標は最適な限界費用経路にはさほどの影響を及ぼさないだろう。

A.2 Hotelling の定理との形式的類似性について

前節で扱った、濃度目標下での限界費用の時間経路の定式化については、Hotelling の定理との形式的類似性がある。まず、Hotelling の定理について記述する。

Hotelling の定理 資源量 R という制約、

$$\int_{t_0}^{t_1} x(t) dt = R \tag{19}$$

のもとで、収益 Π を最大化するように、各時点の採掘量 $x(t)$ を計画期間 t_0 から t_1 の間で最適化するような問題を考える。

$$\begin{aligned} \max. \Pi[x(t)] \\ = \int_{t_0}^{t_1} x(t)p(t) \exp(-rt) dt \end{aligned} \tag{20}$$

但し $p(t)$ は資源価格、 r は割引率である。

この問題は、ラグランジアン L を、未定乗数 λ を用いて構成し、解くことができる。

$$L = \Pi - \lambda \left(\int_{t_0}^{t_1} x dt - R \right) \tag{21}$$

$$\frac{\delta L}{\delta x(t)} = pe^{-rt} - \lambda = 0 \tag{22}$$

$$\Rightarrow p = \lambda e^{rt} \tag{23}$$

従って、資源価格は計画期間を通じて割引率で上昇することになる。

類似性 Hotelling 定理に表される枯渇性資源の最適利用経路問題と、本稿で取り上げた濃度制約下の最適排出経路問題の間には、表4に示す

表4 Hotelling の定理との対比

Hotelling の定理		濃度制約下での限界費用	
最大化	Max.	最小化	Min.
収益	Π	総コスト	TC
資源産出量	x	排出量	E
資源価格	p	限界費用	MC
資源量	R	蓄積量	MI

ような変数の対応関係が成立する。両者間の差異としては、次の2点が指摘される。

- (1) 制約式における応答関数 $f(t)$ の有無。濃度制約問題ではこの項が存在するために、解も単純な指数関数上昇から外れる。
- (2) 目的関数における、 $x(t)p(t)$ と $C(t)[E(t)]$ という関数形の違い。仮に、時点 t におけるコスト $C(t)$ が排出経路 $E(t)$ の汎関数でなく、単純に時点 t のみの排出量 $E(t)$ の関数ならば、類似性はより強まる。

(すぎやま たいし
エネルギーシステムグループ
ながの こうじ
エネルギーシステムグループ)

電力分野における規制緩和の動向：基本的概念の整理

矢 島 正 之

1. はじめに

電気事業の規制緩和は、今日では世界的な現象となっているが、その進展に応じて種々の規制緩和関連用語が出現した。以下では、これら用語の解説を行い、電力市場自由化の内外動向についての理解を深める一助としたい。

2. 発電市場自由化の動向

電力市場の自由化のきっかけとなったのは、米国における 1978 年の公益事業規制政策法 (Public Utilities Regulatory Policies Act: PURPA) である。同法は、省エネルギー・省資源を目的とし、電気事業者に認定施設 (Qualifying Facilities: QF) からの余剰電力購入を義務づけた。同施設は、一定の資格要件を満たし、連邦エネルギー規制委員会 (Federal Energy Regulatory Commission: FERC) により認定された再生可能エネルギーを用いる電源またはコージェネレーションである。

この余剰電力の購入は、やがて 1984 年以降の競争入札の採用につながっていった。競争入札は、電気事業者が長期の電源開発計画を策定し、新規に必要なとされる電源の一部または全部を当該電気事業者以外の発電事業者から競争的に調達するものである。競争入札は、わが国においても 1996 年以降採用される。米国では、この競争入札には上述の QF 以外に独立系発電事業者 (Independent Power Producer: IPP) や他電気事業者も参加できる場合もあるが、参加適格者は州によって異なっている。

IPP は QF 以外の卸売専門の発電事業者であり、非 QF とも呼ばれる。IPP と既存の電気事業者と

の間で相対で締結される卸売価格やその他供給条件を定める卸売契約は FERC の承認を要する。IPP は法的な位置づけがなかったが、1992 年の国家エネルギー政策法 (National Energy Policy Act: NEPA) により IPP は適用除外発電事業者 (Exempt Wholesale Generators: EWG) として新たに位置づけられた。同法により IPP の参入障壁となっていた州際展開の制約が撤廃された。同時に、卸託送の義務づけが電気事業者に課せられた。これにより、卸売取引は多様化し、同法の下で米国は完全な卸売市場自由化を目指すこととなった。

託送とは、送・配電系統を有する電気事業者が、非電気事業者や他の電気事業者の求めに応じて、それらの電力の供給先である他の電気事業者や最終需要家に送電することである。卸託送とは、電気の供給先が電気事業者である場合をいう。なお、それが最終需要家である場合は小売託送と呼ばれる。

わが国でも、発電専門の卸供給事業者は一般に IPP と呼ばれ、電気事業法による許認可が原則的に撤廃されるとともに、一般電気事業者の実施する競争入札への参加を通じて、発電市場への参入が可能となった。また、卸託送も活性化していくこととなり、わが国の市場自由化は米国のそれに近い形をとることとなった。

3. 小売市場自由化の動向

小売市場の自由化は、最終需要家に電力供給事業者の選択を可能にすることを意味しており、米国ではこれをダイレクトアクセス (direct access) と呼ぶ。類似の用語としてはオープンアクセス (open access) があるが、これは、ネットワ

ークの所有者・運転者に対して、一定の条件下で従来の当事者以外の者にもその利用（言わば「通行権」）を認める義務を課すものである。

ダイレクトアクセスまたはオープンアクセスに属する市場自由化モデルとしては、プールモデルと小売託送モデルとがある。

プールモデル(pool)とは、卸売取引を送電会社が運営するスポット市場（プール）で行うシステムで、イングランド・ウェールズにおいて採用されている。このシステムでは、発・送・配電が別会社に分離され、発電と小売供給は自由化されるが、送電と配電のネットワーク部門は独占が維持される。

小売託送モデル(wholesale wheeling)では、発電事業者と最終需要家が相対で長期の電力売買契約を締結し、それに基づきネットワークを所有・運転する電気事業者が送電を義務づけられる。このモデルでも発・送・配電のなんらかの分離が求められる。この発・送・配電の分離のことを垂直統合の分離(vertical disintegration)と呼んでいる。

垂直統合の分離を行うのは、市場自由化後も独占にとどまるネットワーク部門への第三者の非差別的なアクセスを可能とするものである。プールモデルでは発・送・配電は資本関係において、すなわち別会社に完全に分離される。小売託送モデルでも、少なくとも会計上または部門間の分離は求められる。英語では、前者をseparation 後者を unbundling と明確に区別している。

また、プールモデルでは、第三者によるネットワークへの非差別的なアクセスを徹底させるため、独立系統運用者(Independent System Operator:ISO)が設立される。ISOの行う系統制御は、系統信頼度の維持、緊急事態への対応、需給バランスの確保などであり、このようなシステム維持のために必要な無効電力の購入、負荷追従のための電力購入および予備力の確保な

どを行う。

スポット市場の運用もISOが行う考え方もあるが、プールモデルと小売託送モデルの併用を決めた米カリフォルニア州公益事業委員会の最終決定(1995年12月20日)では、スポット市場は独立電力取引所(Independent Power Exchange, 以下 Exchange)と呼ばれる独立の組織が運用することとなった。Exchangeは、発電事業者と供給事業者により提示される30分ごとの取引量と価格のデータに基づき、発電事業者の入札価格を安い順にランク付けしていき、最終落札者の提示価格で当該時間帯の統一価格を決める。Exchangeは、このようにして決められる給電計画をISOに伝達し、ISOは他の種々の契約も統合して系統運用を行う。

4. あとがき

現在、米国で多くの州が小売市場における競争導入を検討中であるが、カリフォルニア州の動向を注意深く見守っている状況である。また、競争導入の程度とスピードについては各州又は各電気事業者間で差が見られ、カリフォルニア州、ニューイングランドおよび東部の諸州は競争導入に熱心であるに対し、中西部や南部の多くの諸州は慎重な態度を示している。とくに、カリフォルニア州の再編計画は多くの州にとってのモデルになると考えられているものの、その詳細については未解決の問題も多く、とりわけ、供給保障の確保については今後つめられなくてはならない重要な問題が残っている。

以上から、同州のモデルは全米レベルの影響力を持ちつつも、その実現にはなお紆余曲折があることが予想される。

(やじま まさゆき
経営グループ)

純粹持株会社について

—解禁の是非をめぐる議論とその背景—

丸 山 真 弘

1. 持株会社とは何か

持株会社を一般的に定義づけることは、それが時代や地域に応じた機能や形態を有してきたこともあり難しい。しかし、昨今の議論でその解禁の是非が問われている持株会社とは、独占禁止法が禁止している純粹持株会社を指すものである。本稿では、以下持株会社としてこの純粹持株会社を中心に取り扱うことにする。

独占禁止法第9条は、①株式または社員持分を所有することで②国内の事業会社を支配することを③主たる目的とする会社—を持株会社とし(第3項)、そのような会社を設立すること(第1項)や、既存の会社が持株会社になること(第2項)を禁止している。ここで禁止されている会社が純粹持株会社と呼ばれるものである。これに対し、①と②の要件は満たすが③の要件を満たさない、すなわち他の会社を支配するために株式等を保有しているが、それ以外に主たる事業目的を持つ会社は事業持株会社と呼ばれる。こちらは独占禁止法の規制対象とはなっていない。

公正取引委員会の解釈では、③の要件を満たすか否かの判断は、定款にその旨の記載があるといった形式的なものではなく、所有株式の資産総額に占める割合、出資比率、収益に占める所有株式の配当の比率、相手方との事業の関連性や株式所有の事業上の意味などを考慮して実質的かつ総合的に行うものとされている。また、この規定は、外国企業が日本国内で持株会社を設立したり持株会社となることも同時に禁止しているが、国内の企業を1社だけ支配する場合には規制の対象としないという取り扱いが運用

上なされている。

2. 持株会社解禁の是非に関する議論の整理

2.1 解禁論の主張

持株会社の解禁論の主張を簡単にまとめると次のようになる。

①持株会社制度は、事業部制を資金のフローのレベルにおける分社、カンパニー制をストックのレベルにおける分社とみるならば、法人格のレベルにおける分社とみることができる。それぞれの事業主体とそれを統括する本社機能を分離し、事業主体の自主性を生かしつつ統括されたグループとしての総合力を発揮させようという分社化の目的からすれば、持株会社制はその目的を達成するための究極の形態であり、分社化によって企業経営の一層の合理化を図り、これからの国際競争に勝ち抜いていく必要のある日本企業には必要な形態であるといえる。

②主要先進国では持株会社形態は禁止されおらず、全面禁止は日本だけである。日本だけ持株会社制という選択肢が欠けている状態にあるのは、日本企業にとっては国際競争の上で不利であるし、外国企業にとっては参入障壁になる。

2.2 反対論の主張

一方、反対論の内容は次のようなものである。①現代の日本企業が、国際競争などの観点からその経営を一層合理化していかなければならないことと、その方法の一つである分社化の形態としては、持株会社制は事業部制やカンパニー制よりも分社化が徹底している分有効であることは認める。しかし、持株会社の形態には純粹

持株会社だけではなく事業持株会社もある。事業持株会社は、事業部門と本社機能の分離が一部不十分ではあるが、日本企業に求められている経営の合理化のための分社化には、事業持株会社の形態ではダメで、純粹持株会社の形態をとらなければならないというものではない。

②日本は主要先進国とは異なり、株式の相互持合いや企業系列の存在により、事業支配力が過度に集中しやすい環境にある。このような状況の下で持株会社を解禁することはできない。なお、国際比較をするのであれば、同じように事業支配力の過度の集中の問題があり、独占禁止法において持株会社を禁止している韓国と比較すべきである。

2.3 比較と考察

両者を比較してみると、解禁論の主張は、国際競争上持株会社形態をとることが有効であるとしても、事業持株会社ではなく、どうしても純粹持株会社を導入しなければならないという理由が必ずしも明確ではない。一方、反対論の主張は、事業支配力の過度の集中を防止するためには純粹持株会社を禁止することで足りるのかという点で説得力を持つとは言えない。

結局、全面かつ無条件の解禁や現状の維持ではなく、純粹持株会社の設立自体は認めながら、事業支配力の過度の集中につながるような行為については、広く規制を行っていくという方向が独占禁止法の立場からは妥当であると考えられる。

それよりも、今後企業経営を行っていく上で持株会社をどのように活用していくのかという視点の方が重要であるといえる。例えば、従業員の処遇にしても、持株会社を導入すれば直ちに仕事の内容に応じた適切な差を付けることができるというものではないし、別法人化したからといって社会的な意味でのリスクが遮断される訳ではない(最近の住専処理における、いわゆる「母体行責任」の考え方を見る限り、法的なリスク遮断も場合によっては破られてしまう結果になることも考えられる)。別法人化すること

で損益も別となることから生じる法人税の負担増の可能性(連結納税制度の導入についての議論は、純粹持株会社の導入についての議論とリンクされているが、この点は本来は独立して議論すべきものであると考える)や、分社化の手续が未整備であることを踏まえた上で、どのような企業形態を選択することが合理的かつ効率的な経営を行っていくために相応しいかという判断が企業経営者には求められることになるだろう。

3. 電気事業と持株会社

それでは、電気事業において持株会社制度はどのように活用できるだろうか。

この点については、アメリカの事例や金融業界での動きから分かるように、別法人で多角化を行うことで、電気事業規制に伴う兼業規制や出資の制限をクリアするという利用方法が考えられる。しかし、持株会社制度の導入に伴う組織変更には煩雑な手続が予想されることや、多角化によるシナジーを持株会社グループに配分する際の規制当局による関与のあり方をどうするかといった点を検討していくが必要になってくるだろう。

なお、アメリカには公益事業持株会社法(PUHCA)があるが、これは1920年代後半に起こった、公益事業での持株会社システムによる事業支配力の過度の集中を是正し、投資家や需要家を保護することを目的としたものである。PUHCAは複数の州にまたがる電気事業持株会社を証券取引委員会(SEC)の管轄下においているが、これ以外の電気事業持株会社についても、各州の公益事業委員会が事業規制権を根拠にグループ内の取引や金融などに対して各種の規制を行っているのが現状である。

(まるやま まさひろ)
経営グループ)

北欧三カ国における炭素税の最新動向 ーフィンランド、スウェーデン、ノルウェーー

田 辺 朋 行

地球温暖化対策が、今なお世界の直面する緊急の課題の一つであることに相違はない。

この点に関して、温暖化原因物質の一つであるCO₂の排出抑制のために炭素税の導入をはかるなどの経済的手段を積極的に活用すべきである、という提案がなされてきた。実際に、1990年1月にフィンランドが税を導入したのを皮切りに、現在までに、他オランダ、スウェーデン、ノルウェー、デンマークの計5カ国が炭素税を導入しており、わが国でも税導入の是非に関わる議論が高まりつつある。

税導入の是非に関わる議論では、税導入がわが国のCO₂排出や産業にどのような影響を及ぼしうるか、という将来の予測に加え、現実問題として実施国ではどのような影響を及ぼしてきたか、という過去及び現在の事実の分析が重要となる。しかしながら、これまでの議論では、導入国での炭素税の実施期間が未だ短いこともあって、後者の分析についてはあまり詳細には行われてこなかった。

幸いにも筆者は、平成7年9月に、フィンランド、スウェーデン、ノルウェー三カ国の環境省・通産省等を訪問する機会に恵まれ、炭素税導入後の動向や税の影響等について興味深い事実を知ることができた。ここでは、その幾つかを紹介することとしたい。

税が政争の具と化したフィンランド

フィンランドは1990年1月に欧州ではじめて炭素税を導入した。フィンランドにおける導入後の動向で特に注目されるべき点は、度重なる増税である。

石炭に対する課税を例にとってみよう。92年に石炭1トンあたりわずか16.81マルカ(約350円)だった税は、その後前年比約2倍の増税を繰り返し、95年には、116.1マルカ(約2440円)となっている(下図参照)。

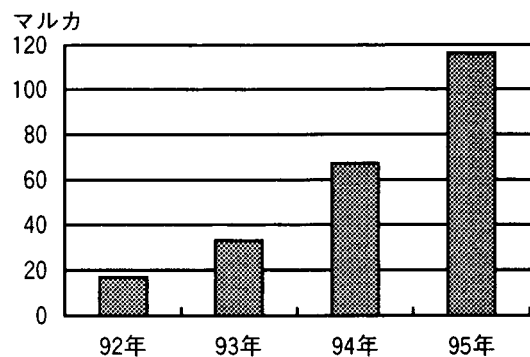


図 石炭1トンあたりの炭素税の推移

この増税の背景には、①炭素税からの税収が一般財源に組み込まれていること、及び②制度上税率の見直しが定期的に要求されるわけではなく、しかも議会の承認事項とされていること等が深く関わっている。

フィンランドにおける炭素税導入の目的が、CO₂の排出抑制の他、多額の対外債務を抱える同国の財政建て直しにあることは、政府関係者も認めるところである。一方、議会では、国内産業の保護・育成を最優先課題とする中道政党が政局のキャスティング・ボートを握っており、これらの政党が、外国産の石油・石炭から、国内のピート(泥炭)・木材産業を保護するために、増税を企図する与党・社民党とともに、政府増税案に賛成票を投じている、と言われる。

このように、フィンランドでは炭素税が「政治化」しており、このことを(非公式ながらも)

憂慮する政府関係者も多い。導入当初は、税率が低かったこともあり、産業等への悪い影響は見られなかったが、今日では、電力会社(イムトラン・ヴォイマ社)が増税による石炭燃料の高騰に直面して石炭火力発電所を一時閉鎖する等の深刻な事態が生じつつある。

試行錯誤を重ねるスウェーデン

スウェーデンは、1991年1月に、フィンランドの税率(当時)の約25倍にも匹敵する、極めて高率の炭素税を導入した(但し、既存の一般エネルギー税は半分に減税された)。

当初、炭素税は、産業用燃料と民生用燃料との間で差異が設けられていなかったが、その後重課税に伴う国内産業の空洞化が懸念され、93年に、産業用燃料については実質的な大幅減税がはかられた。

このため、税導入当初は、CO₂排出量が一割近く削減(約6440万トン(89年)から約5870万トン(91年))したものの、92年から93年にかけては、産業部門からのCO₂排出量が激増(約1480万トンから約1800万トン)し、結果として民生部門とあわせた排出総量が若干押し上げられることとなった。

スウェーデンにおける炭素税は、CO₂排出抑制を主眼に置くものであったため、この産業部門からの排出増の事態は深刻に受けとめられ、現在、いったん引き下げられた産業用燃料に対する税率を再び引き上げることを柱とする炭素税の見直しの作業が進んでいる。

他国に学ぶノルウェー

ノルウェーは、隣国スウェーデンと時を同じくして炭素税を導入した。

ノルウェーの炭素税もまた高税率であるが、炭素含有量に比例した課税が行われるのではなく、化石燃料の種類毎にそれを利用する産業の特性を考慮した税率が設定される点に特

徴がある。

ノルウェー統計局は、炭素税導入に伴うCO₂排出削減について、その約6割が炭素税課税によるものであり、残りの4割がその他の要因によるものである、と分析している。因みに、90年に3560万トンだった年間排出量は、税が導入された91年には3390万トンに減少し、税の減免措置等が導入された93年には3570万トンに再び上昇している。

ノルウェーの炭素税政策に関する注目すべき機関として、環境省、通産省及び財務省のメンバーから成る「グリーン・タックス委員会」の存在がある。グリーン・タックス委員会は炭素税に関する各省の利害を調整し、炭素税に関する意思決定を行うとともに、諸外国における炭素税の動向調査等の、研究・調査活動を積極的に進めている。

以上述べてきたように、これらの導入国における炭素税の実施状況は、未だ試行錯誤の状態にある。また、これらの国の経済・社会構造はわが国のそれとは大きく異なっており、導入国の経験をわが国にそのままあてはめて議論することは必ずしも正当ではない。

しかし、これらの国々から私たちが学ぶべき点があるとすれば、それは、炭素税においては、仮にそれが導入されたとしても、試行錯誤を伴うものであるから、税の見直し等の手続を予め明確に定めておくべきである、という点であろう。さもないと、フィンランドのような事態に陥ってしまう可能性もある。

わが国における炭素税導入推進の議論においては、このような視点が欠けているのではないだろうか。

(たなべ ともゆき
経営グループ)

ハーバード滞在録

加藤 久和

1. はじめに

平成7年9月から8年3月まで、ハーバード・ジャパン・エネルギー・環境プロジェクトの一員として、米国マサチューセッツ州ケンブリッジ市にあるハーバード大学ケネディスクール（大学院）に客員研究員として滞在した。ハーバード・ジャパン・プロジェクトは、ハーバード大学のD. ジョルゲンソン教授及びW. ホーガン教授らと日本のエネルギー・環境問題に関心を持つ企業との共同研究として運営され、毎年1月には東京において研究発表会が開催されている。この他、毎年数人の日本側の研究者・実務家がケネディスクールに滞在し、研究を行っている。拙文ではケンブリッジ滞在中に見たこと、聞いたこと等を中心に報告してみたいと思う。

2. ケネディスクールの一日

ケネディスクールの朝は早い。学生が8時半からの講義を受けにくる前に、ホーガン教授はその約1時間前からオフィスに立ち寄り、講義の準備を始めていた。私のオフィスは教授と同じフロアに位置していたので、私が朝8時すぎに顔を出すと、教授がいつも「おはよう、カズ。調子はどうだ。」と聞いてくれる。ある朝、今日こそは逆に「おはようございます、教授。調子はいかがでしょう。」と挨拶をしようと7時にオフィスに来て、やはり教授に先を越されていた。教授は、ハーバード大学で教える傍ら、いくつもの電力会社の顧問を勤めるなど、最近の電力市場自由化の理論的先駆者として著

名な方でもある。そんな教授が、大学院1年生に教える計量経済学の初歩の授業の準備のため朝早くから準備を進めているのである。

ケネディスクールでの講義は真剣勝負である。ある日、講義に出ようと準備していると、「今日は学生による講義の評価を行うからね」とホーガン教授のスタッフのコニーに言われた。教室では質問紙が渡され、講義のわかりやすさ、コミュニケーションの有無、話すスピードなどあらゆる項目の評価を5段階で学生が記入していた。一方で、教授の講義の進めかたも厳しい。中間・期末の2回の試験の他、講義の度に膨大な宿題をこなさなければならない。学生の多くは大学院をより待遇のいい企業等への就職のチャンスを得る場所と心得ているから成績に非常にこだわる。マイクロエコノメトリックスの実証分析で有名なD. ワイズ教授のクラスでは当初50人程度いた学生が1ヶ月後にはほぼ半減していた。いい成績をとれないと悟った学生がみな棄権したのである。

米国は日本と異なった意味で学歴社会である。日本では有名大学卒を競うが、米国では修士やPh.Dの資格が一流企業への入場券となる。私が知り合った学生もケネディスクールで行政学修士を取得した後、MBAを取得したり、ロースクールへ再入学するといった計画を持っているという。そんな彼らであるから、ケネディスクールでの勉学も目を見張るものがある。学校の図書館は午後11時まで開館しており、治安面の不安も少ないから夜遅くまで勉強をしている。それでもPh.Dの取得は難しい。ケネディスクールの認定するPh.Dを取得できるのは約3割であり、

平均して7~8年かかるという。オフィスで友人になったドクターコースを履修しているステイブンは既に4年間経過しているが、「あと4年で取得できれば問題はない。」と言っている。少なくとも研究者の端くれになるには Ph.D は必要不可欠であり、どんなに面白い研究をしてもドクターを持っていない人間は半人前なのである。

3. 研究環境と研究姿勢

ケネディスクール滞在中、資源・環境の経済学について学んだ。ハーバード大学には一般均衡モデルで地球温暖化と経済成長を研究している D. ジョルゲンソン教授、成長の持続可能性や生物多様性などの理論分析を進めるワイツマン教授など高名な研究者が数多くいるとともに、近接する M.I.T. から研究者を呼んで、週1回、環境・エネルギー経済学のセミナーが開催されていた。ここでは個々の研究成果の発表のみならず、最新の話題や研究対象などについて活発な議論が行われていた。彼らは周囲にいる競争相手あるいは共同研究者の輪を大事にして、いわばネットワークを重視した研究をしている。勿論、個々の研究者は一流であることに違いはないが、「集積の経済」を十分に生かした研究を行っている。そのための議論は時には辛辣であり、時には喧嘩腰になることもあるという。しかし議論そのものは生産的であり、こうした環境が良い研究を生む土壌となっていることを身をもって知り、当所においても一層議論し、切磋琢磨することの必要性を痛感した。

研究に対する姿勢も真摯である。終身雇用権を既に手に入れ、数多くの一流学術誌に論文を発表している研究者でさえもハードな研究生活を送っている。ジョルゲンソン教授でさえもその例外ではなく、ノートパソコンを片手に少しでも時間があれば新たな論文執筆をしている。

ケネディスクールで日常面から研究環境に至るまで世話になったコニーは「研究者はハードワークしなければだめ。」といつも私を鼓舞してくれた。そのおかげで、まがりなりにも滞在中に経済成長と資源・人口問題の論文を書くことができたと感じている。一方で、米国では研究者は自分の研究が社会的にどのように評価されるかについては非常に神経質である。研究が評価され、企業が資金を提供してくれる教授には広い個室と多くのスタッフがつくが、資金を得られない研究者は通路沿いの狭い、景色も見えない一室で過ごさなければならないという。こうした点についても、多々見習うべきことがあると感じた。

4. おわりに

ケンブリッジ滞在中、その近隣にあるベルモントという町に住んでいた。ベルモントは皇太子妃の雅子様を通った高校があることでも有名である。雪深い冬（実際は20年振りのブリザードに見舞われるなどで、こんなきれいな言葉だけでは言い表せないが）を過ごしたが、緑も多く残っており、その中で自然に親しむ生活を営む近所の人々、子供の小学校を通じて得た友人、親切なオフィスの人達、さらにはケンブリッジで得た日本人の知己など、様々な人に出会った。それはまがうことのない自分自身の財産である。そして、研究者としての在り方、姿勢などを一流の教材を通じて知り得たことがこの滞在の最大の成果であったと思っている。次回は請われてケンブリッジに滞在できる研究者としてここを訪れるのだという決意を胸に帰国の途についた。

（かとう ひさかず
一般経済グループ）

経済復興の牽引役から環境共生の街へ ～ドイツ・ルール工業地帯の再活性化～

土屋 智子

1995年国勢調査によると、90年に比べ人口減少率の高かった10市町村のうち、5市町は北海道空知の産炭地であった。北海道以外でも産業構造の転換に伴う炭鉱や製鉄所の閉鎖によって、地域の経済・社会に大きな影響を受けた街は少なくない。日本と同様、奇蹟の経済復興を遂げたドイツでも、「石炭と鉄の街」の再活性化は大きな課題となっている。ドイツを代表するルール工業地帯では、89年以来大規模な再活性化プロジェクトが進められている。

1. ルールの光と陰

ルール工業地帯は戦前から工業化が進んでおり、豊富な石炭資源、ライン川に接する立地条件、生産設備と資本の集積、そしてドイツ最大の人口によって、ドイツ経済の復興と高度成長の牽引役となった。1953年には、旧西ドイツの就業人口の41%がこの地域に集中していた。都市域が急拡大し、古い街並みや建物が失われ、環境も悪化した。加えて、高度成長期の労働不足を移民によって補ったため、移民だけが暮らす住宅地域（ゲットー）が形成された。

第1次石油危機を契機に、ドイツ産業も石炭・鉄鋼を中心とする素材産業から自動車や電子部品などの機械産業へ転換し、ルール地帯の雇用機会は急減する。80年代後半には、南部の州の失業率が5~6%であったのに対し、ルール地域を抱えるノルトライン・ウェストファーレン州では11%に達していた。

人々は技術や知識集約型産業が立地する南の州に向かって移動していき、ルールに残されたのは、崩壊した旧市街、ドイツの水準としては

劣悪な住宅、単純労働者と移民、放棄された工場や建物、汚染された土地と川であった。

2. エムシャー川流域の再開発計画

ノルトライン・ウェストファーレン州は、ルール工業地帯の経済・社会状況を危機的状況と判断し、89年IBAエムシャー開発公社を設立して「環境改善・保全と産業振興を両立させる」再開発計画に乗り出した。IBA（Internationale Bauausstellung）は直訳すれば「国際建築展覧会」であるが、事物を展示するものではなく、活動プロセスそのものを指し、欧州各地の再開発の実施母体となっている。エムシャー開発公社は州からの100%出資で設立され、これまでの再開発に約25億DMを投入した。

再開発対象地域は、ライン川の支流であるエムシャー川流域約800k㎡（東西約75km、南北10~12km）で、デュッセルドルフからドルトムントに及ぶ17市町を含んでいる。産業用水によって汚染されたエムシャー川を再生し、さらにこの地域に住む200万人の人々の生活と労働環境を改善することを目的とし、90あまりのプロジェクトが進められている。開発公社によって作成されたマスタープランは、次の4つにまとめられる。

第一は環境改善プロジェクトである。脆弱な地盤とコストの問題から、この地域では地下埋設の下水道は作られず、自然の小川であったエムシャー川が産業用水路に改造され、炭鉱や工場の排水が流された。支流などを含め総延長350kmを再び自然の小川に戻すプロジェクトが地道に進められている。また、ぼた山に植林を

したり、工場跡地の環境回復が行われている。これらのプロジェクトでは、ビオトープ（生態系回復）の手法が取られ、20～30年計画で進められている。

第二のプロジェクトは、企業誘致・育成による雇用創出である。環境関連の研究所や污水处理など環境改善に関わる会社、知識情報関連企業の誘致、手工業を中心とした地場産業の育成を目的としている。

複数の研究所が入居するラインエルベ・サイエンスパーク（写真1）は長さ300mのガラスのアーケードをもつ建物で、自然の光と風を感じられる開放的なカフェテリアを研究者に提供する。建物は人工池に面し、隣には保育園が併設されている。手工業や中小企業のためのオフィスは石炭・鉄鋼会社の建物の内部を改造したものである。開発計画は、地域全体の住環境やインフラ整備、交通計画とも関連づけられ、開発にあたっては建物の景観や芸術性、環境保全・再生、環境負荷軽減、省エネが検討される。地域の開発プランを一開発業者に任せて全体の整合性をとるといった包括的な開発手法がとられている。

第三のプロジェクトは住環境の質的向上である。先にも述べた移民が集中して暮らすゲッターの多くは、壁で囲まれ、工場に近く、住宅の質も悪い。トルコ系移民の多いポートロップ市ヴェルヘルム地区では、裏に畑を併設した一戸建てやテラスハウスを建設した（写真2）。これらの住宅では、伝統的なドイツの住宅の屋根が模倣され、一軒ごとに異なる外観をもちながら地区全体としては統一感のある設計になっている。「トルコ人は野菜や花づくりが好きだ。新しい家になっても同じ様な生活ができるようにした。人の顔が一人一人違うように、家の顔も一つ一つ違う方がいい。」案内してくれた Rickenbrock 氏は生活者を尊重する公社の方針をこう表現した。

もちろん、伝統にこだわらず、若い世代や新しく立地した企業で働く人々のための近代的な住宅も開発されている。しかし、近代的な建物でも近隣の人々とのコミュニケーションがしやすくなるような配慮（庭の共有化など）がなされている。

最後に、アミューズメント施設やレクリエーション施設づくりがある。高さ100m円筒形のガスタンクは、近代産業のミュージアムに生まれ変わった（写真3）。中には、炭鉱労働者が使った道具からテレビまで生活用品や産業機械が展示され、この地域では非常に人気のある施設となっている。製鉄所は近代産業のモニュメントとして残され、コンサートなどの催しに利用されている。研究所として生き返った採掘所もある。また、植林されたほた山周辺は後々市民のためのスポーツとレクリエーションの場になる予定である。

ガスタンクの頂上にはたつと、眼下には緑ひとつない工場地帯が広がり、黒いエムシャー川が流れている。ヒューマンスケールをモットーとする開発公社のプロジェクトはやっと成果が表れはじめたばかりであり、今後も努力が続けられなければならない。近くでは、市の開発計画による大規模ショッピングセンターが建設中で、市と公社の計画をどう整合するかも今後の課題である。しかし、着実に「鉄と石炭」の街は変化しており、その変化は、環境共生の国づくりが進むドイツ全土の変化をも象徴している。

日本でも、北九州市が環境共生住宅づくりなど環境保全型の再活性化に取り組んでいる。北九州市の90-95年の人口変化率は-0.67%で、大阪市の減少率よりも少なかった。「環境と経済」を両立させる知恵が地域から世界から発信されはじめています。

この調査は、有識者会議第一研究グループ「ドイツ・スウェーデンの環境・エネルギー政策に関する調査」(95年8~9月)の中で行われました。

(つちや ともこ
社会システムグループ)

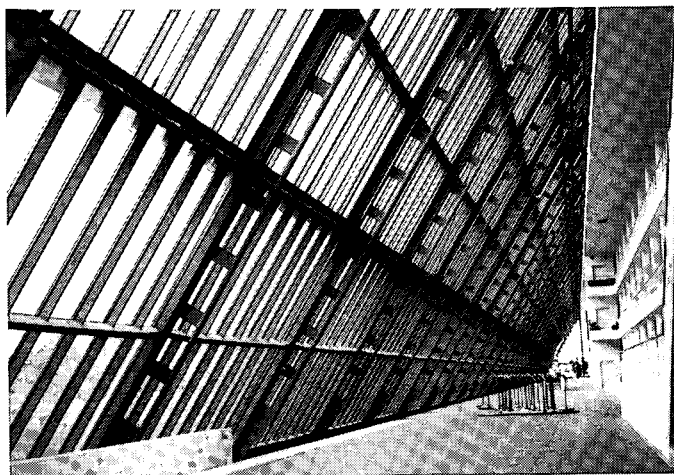


写真1

ラインエルベ・サイエンスパーク

全長300mのガラスのアーケード。いくつもの研究機関が入居する予定。夏は巨大なガラス窓を開閉して自然の風を入れる。

写真2

ヴェルヘルム地区の新しい住宅

一つ一つ外観の異なる住宅であるが、屋根の色や形で統一感をもたせている。手前は小さな菜園と庭仕事用の納屋。軒下には雨水管が埋設され、雨水を集めてエムシャー川の浄化に用いられる。

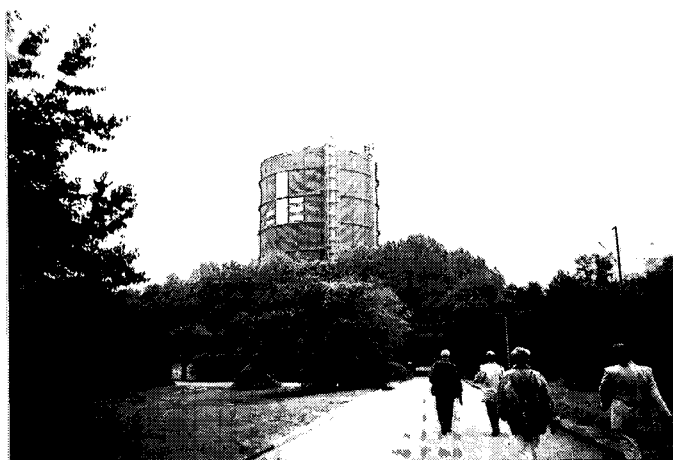


写真3

ガスタンクを再利用した近代産業ミュージアム

石炭・鉄鋼会社の役員たちが暮らした高級住宅街を抜けると、林の向こうにガスタンクが見えてくる。

経済社会研究所既刊 論文・資料

電力経済研究

No. 1	<p>電研マクロ・モデル：1958. I～1968. II</p> <p>電力需要予測モデル</p> <p>電気事業の企業モデル</p> <p>大規模広域利水計画</p> <p>〈文献紹介〉 ラルフ・ターベイ：「電力供給の最適価格形成と最適投資」</p> <p>〈資料紹介〉 池島晃：「世界エネルギー需給予測図表および日本エネルギー需給予測図表」</p>	<p>内 田・建 元</p> <p>大澤・内田・斎藤(観)</p> <p>大澤・内田・富田</p> <p>本間・高橋(和)・瀬尾</p> <p>川 崎 和 男</p> <p>星 野 正 三</p>	47. 8.
No. 2	<p>エネルギーと原子力 その1</p> <p>人間環境システムの一般理論をめざして</p> <p>数理計画法最近の話題</p> <p>過疎化過程の分析</p> <p>〈研究ノート〉 アメリカ国際収支動向（1950～69）に関する研究ノート</p> <p>〈文献紹介〉 セルジュ＝クリストフ・コルム：最適公共料金</p> <p>米国「環境の質に関する委員会」第3回年次報告</p>	<p>高 橋 實</p> <p>天 野 博 正</p> <p>今 野 浩</p> <p>根本・荒井・直井</p> <p>斎 藤 隆 義</p> <p>斎 藤 雄 志</p> <p>資 料 室</p>	47. 12.
No. 3	<p>エネルギーと原子力 その2</p> <p>電研マクロ・モデル 1972</p> <p>全国四地域計量モデル</p> <p>あいまいな量の計測と処理をめぐる</p> <p>混合型整数計画法による発電所の最適建設計画の作成</p> <p>〈研究ノート〉 電気事業の企業モデルによるシミュレーション</p> <p>公益事業における価格形成と所得分配の公正</p> <p>〈文献資料紹介〉 発電所温排水の都市利用</p> <p>ベトナム共和国電力事情調査団報告書</p>	<p>高 橋 實</p> <p>矢 島 昭</p> <p>斎藤(観)・熊倉・阿波田</p> <p>斎 藤 雄 志</p> <p>小 川・大 山</p> <p>富 田 輝 博</p> <p>富 田 輝 博</p> <p>根 本 和 泰</p> <p>川 崎・三 浦</p>	48. 7.
No. 4	<p>エネルギーと原子力 その3</p> <p>電力労働者の意識構造—判別分析による</p> <p>最適経済成長と環境問題</p> <p>過疎集落住民の「残留」と「移動」の意識構造</p> <p>〈研究ノート〉 企業の社会監査と外部報告</p> <p>公共経済学に関する若干の論文の検討</p> <p>〈文献資料紹介〉 ロナルド・エル・ミーク：新しい電気の卸供給料金</p>	<p>高 橋 實</p> <p>大 澤・小田島</p> <p>西 野 義 彦</p> <p>根 本 和 泰</p> <p>廿 日 出 芳 郎</p> <p>荒 井 泰 男</p> <p>矢 島 正 之</p>	48. 12.

No. 5	<p>特集 電源立地問題</p> <p>電源立地システムの設計方法—モデルビルディングの試み</p> <p>電源立地反対運動とその論理構造—内容分析と一対比較法による分析—</p> <p>〈研究ノート〉 電源立地のための新しい地点選定の方法</p> <p>広域環境調査についてのリモートセンシングの適用</p> <p>米国電気事業と電源立地問題—アンケート調査に関連して</p> <p>〈文献資料紹介〉 D. H. マークス, G. H. ジルカ: 発電立地のためのスクリーニング・モデル—環境基準と立地点選定モデル</p> <p>S. シュナイダー:〔i〕 航空機と宇宙衛星からの環境のコントロール</p> <p>A. H. アルドレッド:〔ii〕 宇宙からの遠隔探査の世界参画</p> <p>W. A. フィッシャー:〔iii〕 遠隔探査の現状</p>	<p>天 野 博 正</p> <p>三 辺・根 本・斎 藤(雄)</p> <p>根 本 和 泰</p> <p>水 無 瀬 綱 一</p> <p>高 橋 眞 砂 子</p> <p>根 本 和 泰</p> <p>水 無 瀬 綱 一</p>	49. 3.
No. 6	<p>エネルギーと原子力 その4</p> <p>大規模企業の経営理念—日独両国の電気事業経営者の経営理念</p> <p>投資の最適地域配分—関西地域におけるケース・スタディー</p> <p>Determinants of Wage Inflation—A Disaggregated Model for UK: 1964-1971</p> <p>〈研究ノート〉 企業合併の評価モデル</p> <p>電源立地のパブリック・アクセプタンス—発電所イメージ調査結果</p> <p>〈文献資料紹介〉 米国「環境問題諮問委員会」第4回年次報告</p> <p>米国「環境問題諮問委員会」: エネルギーと環境—電力を中心として</p>	<p>高 橋 實</p> <p>斎 藤(統)・大 森・廿 日 出</p> <p>大 澤・斎 藤(観)・阿 波 田</p> <p>内 田 光 穂</p> <p>廿 日 出 芳 郎</p> <p>根 本 和 泰</p> <p>資 料 室</p> <p>大 島 英 雄</p>	49. 9.
No. 7	<p>特集 エネルギー問題</p> <p>エネルギーと原子力 その5</p> <p>原油資源支配構造の変動と International Majors の新動向</p> <p>発電所熱利用システムの調査</p> <p>〈文献資料紹介〉</p> <p>N地域大型エネルギー基地計画調査—昭和47年度調査報告—</p> <p>N地域大型エネルギー基地計画調査—昭和48年度調査報告—</p>	<p>高 橋 實</p> <p>山 田・廿 日 出・松 井 古 関</p> <p>水 無 瀬・平 野</p> <p>水 無 瀬 綱 一</p> <p>平 野 睦 弘</p>	50. 3.
No. 8	<p>特集 電気料金問題</p> <p>「電気料金問題特集号」に寄せて</p> <p>電気料金理論の新展開</p> <p>負荷曲線と電気料金</p> <p>新しい電気料金制度をめぐる諸問題</p> <p>電気料金改定の波及効果</p> <p>〈研究ノート〉 従量電灯におけるブロック料金算定モデルとシミュレーション</p>	<p>外 山 茂</p> <p>西 野 義 彦</p> <p>大 澤 悦 治・佐 久 間 孝</p> <p>大 澤 悦 治</p> <p>富 田 輝 博</p> <p>森 清 堯</p>	50. 7.

No. 9	〈研究ノート〉 電力需要の価格分析	斎藤 観之助	50. 9.
	〈研究ノート〉 電気事業個別原価計算の推移	植木 滋之	
	〈会議報告〉 ユニペデ電気料金会議 (1975年4月)	矢島 昭	
	〈文献資料紹介〉 電力需要の価格分析：サーベイ	斎藤 観之助	
	〈文献資料紹介〉 最近のフランスの電気料金制度について	荒井 泰男	
	エネルギーと原子力 その6	高橋 實	
	2水槽式波力発電とその経済性	本間 尚雄	
	企業の価格政策と管理価格インフレーション	富田 輝博	
	〈研究ノート〉 電研マクロ・モデル改訂についての作業メモ	矢島 昭	
	〈研究ノート〉 環境権に関する覚書——環境権論の社会的背景の一側面——	三辺 夏雄	
No. 10	〈文献資料紹介〉 N地域大型エネルギー基地計画調査	水無瀬綱一・天野博正	51. 10.
	〈文献資料紹介〉 電気事業関連年表	高橋 和助	
	特集 電力需要問題		
	「電力需要問題特集号」に寄せて	大澤 悦治	
	第1章 作業全般についての予備的考察	矢島 昭	
	第2章 中期モデルとシミュレーション分析	内田 光穂	
	第3章 産業モデルによる電力需要の分析	熊倉 修・浜田宗雄 富田輝博	
	第4章 大口電力需要の産業別分析	西野 義彦	
	第5章 電力需要の短期・長期の弾力性について	阿波田 禾積	
	第6章 電灯需要の分析	服部 常晃	
No. 11	第7章 従量電灯使用量分布に関する二、三の考察	森 清 堯	52. 3.
	第8章 アンケート調査および使用電力量調査の設計と実施	荒井 泰男	
	第9章 電灯需要のアンケート調査と使用量調査	荒井 泰男	
	第10章 小口電力アンケート調査：需要変動要因の分析	植木滋之・横内靖博 阿波田禾積	
	第11章 大口電力需要アンケート調査	植木滋之・横内靖博	
	社会的紛争の基本的性質について	斎藤 雄志	
	家庭用エネルギー需要の所得階層別分析	服部 常晃	
	戦前の国際石油産業の構造と運営	廿日出 芳郎	
	送電線ルート選定モデル	天野博正・水無瀬綱一	
	電気料金変化の動学的波及分析	西野義彦・富田輝博	
No. 12	〈海外出張報告〉 主要先進国における原子力開発の最近の動向とパブリック・アクセプタンス	根本 和泰	52. 9.
	〈文献資料紹介〉 電気・ガス料金と低所得者層——英国の「電気・ガス料金作業部会」報告要旨——	小倉 静雄	
	日本の電気事業における原子力発電の発電原価と火力発電の発電原価の考察	高橋 實	
	新聞記事および雑誌論文における原子力発電の安全性論争の内容分析	根本 和泰	
〈研究ノート〉 投資の乗数効果	矢島 昭		

No. 13	〈研究抄録〉 Carter 大統領の「新エネルギー政策」の国際的側面	山田恒彦・廿日出芳郎 白石エリ子	53. 10.
	組み合わせ理論における一問題一部分ラテン方格の拡張可能性について—	大山達雄	
	原子炉システムにおける核燃料資源利用効率の分析	山地憲治	
	紙・パルプ産業におけるエネルギー消費	熊倉修	
	化学工業と電力—需要価格効果をめぐって—	浜田宗雄	
No. 14	〈研究ノート〉 電研マクロ・モデルによるシミュレーション分析	矢島正之	54. 11.
	スペース・ミラー（仮称）による大量エネルギー取得の可能性—リチウム・ロケットの技術について—	高橋 實	
	〈海外出張報告〉 最近における電気料金制度の動向	大澤悦治	
	長期エネルギー需給の展望	小川 洋	
	〈研究抄録〉 電源立地計画案作成手法の開発—必要性和妥当性に基づく優先順位決定手法—	天野博正	
	電力会社の従業員の仕事意識—日独両国の比較—	斎藤 統・大森賢二 野原 誠	
	沿岸漁業の構造変化—愛知県南知多町師崎の調査報告—	熊倉修・朝倉タツ子	
	長期限界費用の計測と電気料金問題	西野義彦・富田輝博 大山達雄	
	電力施設のための景観アセスメント手法	若谷佳史	
	〈研究ノート〉 ドイツ・オーストリアにおける公企業研究の展開	矢島正之	
	No. 15	〈研究抄録〉 琵琶湖疏水ならびに蹴上発電所の技術について	
核燃料サイクルからみた原子力長期戦略の分析		山地憲治	
西ドイツの原子力発電訴訟		斎藤 統	
日本経済の長期成長モデル		阿波田禾積	
環境アセスメントの評価項目の特定方法について		天野博正	
評価関数の開発と評価システムの設計		天野博正・若谷佳史	
評価手法の信頼性に関する研究		若谷佳史	
核燃料サイクルの動特性について		山地憲治	
石油価格モデル —その1—		佐和隆光・荒井泰男	
沖合漁業における漁業労働関係の実態		三辺夏雄	
賦課金・補助金制度による水質保全—フランスの流域金融公社について—		熊倉修	
No. 16	地域経済の長期分析—手法としての投資の最適地域配分論—	斎藤 観之助	57. 5.
	発電所の景観評価	若谷佳史・山本公夫	
	発電所立地と地元への対応策 —地元漁協との立地交渉に関するモデル分析—	若谷佳史・山中芳朗	
	発電所立地に伴う地域社会経済の変化	荒井泰男・斎藤観之助	
	電力需要変動の要因分析	植木滋之・牧野文夫	

<p>No. 17</p>	<p>〈文献紹介〉 新発電システムの比較研究と評価 (要約) 〈文献紹介〉 現代経済の病理を考える —L. C. サロー『ゼロ・サム社会』(岸本重陳訳) を読んで— 特集 エネルギー問題 長期エネルギー需給展望の方法 新エネルギー技術評価手法の体系化 —経済性評価手法の開発と石炭新発電方式への試算例— 国際石油市場のモデル分析 原油値下がりによる日本経済に及ぼす影響 〈海外情勢〉 国際石油市場における OPEC 〈新モデル紹介〉 原子力発電コストモデル 〈研究ノート〉 停電コスト評価—最適供給信頼度レベルの決定— 自然独占の理論と電気事業—火力発電の費用関数—</p>	<p>内山洋司 伊藤成康 斎藤雄志 内山洋司・斎藤雄志 熊倉修 服部常晃・伊藤成康 廿日出芳郎 矢島正之・牧野文夫 西野義彦・植木滋之 牧野文夫 井澤裕司</p>	<p>58. 7.</p>
<p>No. 18</p>	<p>所得階層別電灯需要の分析 夏季電力需要の気象要因分析 発電所立地の社会経済影響予測 米国電気事業における公衆参加 新発電技術の総合評価 —微粉炭火力と石炭ガス化複合発電の比較評価— 軽水炉燃料高燃焼度化の経済性評価 電力需要動向と電源構成</p>	<p>服部常晃・櫻井紀久 小野賢治・森清 堯 大河原透・中馬正博 高橋真砂子 内山洋司 山地憲治・松村哲夫 斎藤雄志・大庭靖男 七原俊也・伊藤浩吉</p>	<p>60. 1.</p>
<p>No. 19</p>	<p>〈新モデル紹介〉 電研中期多部門計量経済モデルの構想 フランスの電気料金 —最近の料金制度改訂を中心として— ロードマネジメントとその費用便益分析 主成分分析による財務指標総合化の試み —アメリカ電気事業への適用— 発電所の景観設計手法 電力需要分析のための新しいデータ解析手法 河川景観の評価 電気事業の設備投資と資金調達</p>	<p>井澤裕司 熊倉修 浅野浩志 関口博正 山本公夫・若谷佳史 小野賢治・大屋隆生 若谷佳史・山本公夫 山中芳朗 富田輝博・牧野文夫</p>	<p>60. 7.</p>
<p>No. 20</p>	<p>〈新モデル紹介〉 中期電力需要予測モデル 情報化と産業構造の変化 経済性, セキュリティ, リスクからみた我が国の最適電源 構成の検討</p>	<p>阿波田禾積・服部常晃 櫻井紀久 阿波田 禾 積 内山洋司・高橋圭子 斎藤雄志</p>	<p>61. 1.</p>

	水資源のエネルギー利用と河川環境管理	若谷佳史・山本公夫 山中芳朗	
	地域計量経済モデルの開発	中馬正博	
	<海外事情紹介>		
No. 21	経営面からみたアメリカ原子力発電不振の原因 差益還元のマクロ経済効果の計測 —マクロ・産業連関モデルの適用—	廿日出芳郎・関口博正 服部常晃・櫻井紀久	61. 7.
	季時別料金制度の厚生経済分析：展望	伊藤成康	
	負荷研究の方法とロードマネジメント評価への適用事例	小野賢治	
No. 22	原子炉における燃料資源利用効率の考察 住宅用太陽光発電の経済評価	山地憲治 西野義彦	62. 1.
	産業用需要家のプロセスモデルの開発 —鉄鋼業の事例—	山地憲治・浅野浩志 佐賀井重雄	
	エネルギーサービスに関する生活者の意識構造の分析	小野賢治	
No. 23	全国9地域計量経済モデルの開発 —モデルの構想と基本構造— 我が国製造業の生産調整の影響 —鉄鋼、自動車、軽電機械の事例研究—	大河原透 服部恒明・櫻井紀久	62. 9.
	金融自由化と企業財務	大林守	
	使用済燃料貯蔵技術の経済性比較	山地憲治・長野浩司 三枝利有	
	各種石炭ガス化複合発電の経済性 —建設費と発電効率の比較検討—	内山洋司	
No. 24	エネルギーサービスに関わる生活者の意識多様化の分析 火力発電所のシステム熱効率評価 電気事業における限界費用と料金形成 季時別料金制下における重電機製造業の電力需要調整の評価 電力貯蔵技術の経済性比較 海中における圧縮空気貯蔵システム 電力貯蔵技術による負荷追従に関する経済効果 —ダイナミックオペレーティングコストの分析—	小野賢治・森清堯 永田豊・内山洋司 伊藤成康・中西泰夫 浅野浩志・佐賀井重雄 山地憲治 内山洋司・清野圭子 内山洋司・吉崎喜郎 清野圭子・内山洋司	63. 1.
No. 25	エネルギー消費技術構造と燃料選択の要因分析 多部門計量モデルの開発	藤井美文 服部恒明・櫻井紀久 中西泰夫 大河原透・松川勇 小野島智子	63. 9.
	全国9地域計量経済モデルの開発 —プロトタイプモデルの構造—		
	電気事業における競争導入と規制緩和	西野義彦	
No. 26	電気事業の経営多角化に関する制度上の分析と経営学的考察 —他の公益事業との比較検討— 産業のリストラクチャリングと日本経済の展望 料金による電気の使用時間帯の誘導 —プロセスモデルによる解析— 需要家における電力の品質と価格の選択に関する分析	井口典夫・蟻生俊夫 服部恒明・矢島正之 渡辺尚史・真殿誠志 山地憲治・佐賀井重雄 藤井美文・小野島智子 松川勇	平成 元. 1.

No. 27	<p>電気事業の都市開発への参画 燃料サイクル最適化モデルの構造と最適解の特性 中期経済予測システムの開発と応用 第1部 モデルの構成 1章 世界エネルギー間モデル 2章 多部門モデル 3章 エネルギー間競合モデル 第2部 予測とシミュレーション 4章 21世紀初頭に至るエネルギー・経済の展望 5章 原子力発電の停止の影響に関するシミュレーション 6章 CO₂ 発生量抑制ケース</p>	<p>井口典夫 長野浩司・山地憲治 熊倉修 服部恒明・櫻井紀久 中馬正博 永田豊・熊倉修 藤井美文・松川勇 服部恒明・熊倉修 櫻井紀久・永田豊 大河原透 矢島正之・熊倉修 櫻井紀久・永田豊 服部恒明 山地憲治・永田豊 櫻井紀久・服部恒明</p>	2. 3.
No. 28	<p>特集・あらためて90年代経済・社会を展望する ＜経済・エネルギーの展望＞ 90年代の日本経済——公共投資430兆円の経済効果—— 中東危機の日本経済・電力需要に及ぼす影響 ホロニックなエネルギー社会を拓く圧縮空気利用システム ＜社会・電気事業経営の展望＞ アメニティ社会の展望と都市づくり 本格的余暇時代に向けてのリゾート開発 電気事業経営の新しい枠組み ——企業性と社会性の発揮——</p>	<p>服部恒明・大河原透 永田豊 服部恒明・門多治 内山洋司 山本公夫・井内正直 鈴木勉 小野島智子 山中芳朗・井口典夫 蟻生俊夫・丸山真弘</p>	2. 11.
No. 29	<p>＜地球環境・省エネルギー＞ 発電プラントのエネルギー収支分析とCO₂ 排出量 経済メカニズムによるCO₂ 排出抑制ほうさくの評価 省エネルギーの限界に関する評価—家庭部門と運輸部門における省エネルギー— 都市型CAES コージェネレーションシステムとその経済性 ハーバード=ジャパンエネルギー環境セミナーに参加して ＜地域経済・都市開発＞ 北海道における公共投資の波状効果分析 90年代の地域経済の展望と課題 都市公共照明の計画策定手順 都市開発計画策定のための歩行者流動モデルの開発 ＜電気事業経営＞ 電気料金に係わる各種規制方式と今後の展開方向</p>	<p>内山洋司・山本博巳 岡田健司・山地憲治 永田豊・藤井美文 内山洋司 門多治 鍋島芳弘 大河原透・増矢学 井内正直・山本公夫 鈴木勉・井口典夫 井口典夫・小野島智子</p>	2. 6.

No. 30	<p>日本の資産市場モデルと為替レートの決定 “これ一冊で間に合う！”電気事業用語集（和英・英和版） <研究報告> 電気料金研究の現状と展望 日本の製造業におけるエネルギー選択 余剰電力販売システムのゲーム論的分析 電力市場におけるモード間競争とラムゼイ料金 多目的ビルの季時別料金制に対する反応解析 プライス・キャップ規制と適正な料金水準 <海外出張報告> 欧州のフィランソロピー，メセナ事情 <研究機関紹介> 日本開発銀行調査部 <国際協力> OECD 産業連関分析プロジェクトに参加して 中国電力事業の近代化に関するプロジェクト <文献紹介> 地球環境時代の新しい国際法理論の構築に向けて</p>	<p>森川 浩一郎 高橋 眞砂子 矢島 正之 真殿誠志・松川 勇 藤井美文 桑畑暁生・浅野浩志 松川 勇・真殿誠志 今村栄一・浅野浩志 渡 辺 尚 史 山 中 芳 朗 真 殿 誠 志 櫻 井 紀 久 内田光穂・矢島正之 田 邊 朋 行</p>	3. 1.
No. 31	<p><研究論文> 分散型電源の導入評価手法の開発—太陽光発電と風力発電の導入ビジョン— 電気事業の規模の経済性：最近の研究の展望 <研究紹介> 電中研マクロ経済モデル1991 日本の海外直接投資の計量モデル分析 インドネシアおよびフィリピンにおける電気料金決定方式の問題点 企業の社会的責任の法的諸問題—会社法上の取締役の権利と義務— 都市公共照明のデザインと計画 <トピックス> 〔解説〕債務環境スワップ 〔解説〕「中小企業月次景気観測」の見方について 〔解説〕バブルはじけてメセナしほむ!? 〔国際協力〕CO₂排出抑制評価のための長期グローバルシナリオ解析 —国際応用システム解析研究所との共同研究— 〔お知らせ〕電気事業用語集3部で上がる</p>	<p>内山洋司・今村栄一 根 本 二 郎 服部恒明・門多 治 服部恒明・稲葉和夫 森川浩一郎 ピーター・エバンス 丸 山 真 弘 井 内 正 直 田 邊 朋 行 高 木 健 紀 山 中 芳 朗 長 野 浩 司 高 橋 眞 砂 子</p>	4. 10.
No. 32	<p><研究論文> 発電プラントの温暖化影響評価 —ライフサイクルから見たCO₂/コスト分析—</p>	<p>内 山 洋 司</p>	5. 6.

No. 33	<p><研究紹介> エネルギー原単位の日米比較 植林を組み合わせた国際的排出権市場による CO₂ 抑制 火力発電プラントの環境コスト -NO_x, SO_x, CO₂ の対策の分析-</p> <p><解説> バブルの影響分析と今回不況の行方 太平洋諸島諸国における太陽光発電</p> <p><海外出張報告> 欧米にみる発電所と地域との共生</p> <p><文献紹介> 「限界を越えて (Beyond The Limits)」</p>	<p>永田 豊 岡田 健司 本藤祐樹・内山洋司</p> <p>門多 治 今村栄一・内山洋司</p> <p>山本公夫・井内正直</p> <p>永田 豊</p>	6. 10.
No. 34	<p><研究紹介> 電力市場自由化の諸類型とその比較評価 イギリスにおける電力プール市場と資源配分効率 地球温暖化の被害/対策コストの定量化と内部化について 労働市場のメガトレンド 地域経済格差の実態分析</p> <p><研究ノート> 全国圏域構造の分析—80年代の人口分布動向—</p> <p><解説> 米国 NII 構想と日本の情報化への示唆 内外価格差問題とは何か</p> <p><海外出張報告> 大亜湾発電所を訪ねて</p> <p><文献紹介> 「講座・公的規制と産業①電力」 [お知らせ] 経済社会研究所の新組織紹介</p> <p><研究論文> 事務所ビルの省エネルギー—東京都区部における可能量と必要コストの評価—</p> <p><研究紹介> 太陽光発電システム普及助成策の効果と影響 発電技術の環境対策コスト分析 地域共生への新たな視点—電源地域の課題—</p> <p><研究ノート> 社会資本の生産力効果：地域経済への影響分析</p>	<p>矢島正之 松川 勇 長野浩司・杉山大志 加藤久和・服部恒明 若林雅代 山中芳朗・馬場健司</p> <p>鈴木 勉・竹内章悟</p> <p>三雲 謙 小島 清美</p> <p>大河原 透</p> <p>渡辺 尚史</p> <p>鈴木 勉・中野幸夫 井川憲男・中村 慎 岡 建雄</p> <p>今村栄一・内山洋司 内山洋司 山中芳朗・山本公夫</p> <p>大川原 透・山野紀彦</p>	7. 7

No. 35	<p>< 解 説 ></p> <p>環境管理と環境監査</p> <p>< 海外出張報告 ></p> <p>欧州における電力市場自由化の影響—ケルン大学・エネルギー経済研究所—</p> <p>欧州におけるエネルギー関連施設の地域産業振興への取り組み</p> <p>< 文献紹介 ></p> <p>東京問題の経済学</p> <p>< 研究論文 ></p> <p>中期経済社会・エネルギー展望 '95</p> <p>第1部 2010年の日本経済・エネルギー需給の展望</p> <p>第1章 人口・経済・産業構造・財政の展望</p> <p>第2章 エネルギー需給の展望</p> <p>第3章 地域経済の展望</p> <p>第2部 新中期経済予測システムの構成</p> <p>第4章 人口モデルと労働力供給モデル</p> <p>第5章 中期マクロ経済モデルと産業関連モデル</p> <p>第6章 財政モデル</p> <p>第7章 エネルギー間競争モデル</p> <p>第8章 全国9地域計量経済モデル</p>	<p>筒井美樹</p> <p>蟻生俊夫</p> <p>馬場健司</p> <p>加藤久和</p> <p>服部恒明・加藤久和 星野優子・若林雅代</p> <p>永田豊</p> <p>大河原透・山野紀彦</p> <p>加藤久和・服部恒明 若林雅代</p> <p>服部恒明・星野優子 若林雅代</p> <p>加藤久和・稲田義久</p> <p>永田豊</p> <p>山野紀彦・大河原透</p>	<p>7. 12.</p> <p>8. 7.</p>
No. 36	本号		

電力中央研究所報告

576001	送電線ルート選定手法の開発 ——リモート・センシング技術の応用——	天 野 博 正 水 無 瀬 綱 一 他	51. 11.
576002	電気料金変化の動学的波及分析	西 野 義 彦 富 田 輝 博 他	51. 11.
577001	Carter 大統領の「新エネルギー政策」の国際的側面	山田恒彦・廿日出芳郎 白石エリ子	52. 6.
577002	組み合わせ理論における一問題 ——部分ラテン方格の拡張可能性について——	大 山 達 雄	52. 5.
577003	原子炉システムにおける核燃料資源利用効率の分析	山 地 憲 治	52. 7.
577004	電源立地計画案作成手法の開発 ——必要性と妥当性に基づく優先順位決定手法——	天 野 博 正	52. 10.
577005	電力会社の従業員の仕事意識——日独両国の比較——	斎 藤 統	53. 3.
577006	沿岸漁業の構造変化 ——愛知県南知多町師崎の調査報告——	熊倉 修・朝倉タツ子	53. 3.
578001	琵琶湖疏水ならびに蹴上発電所の技術について	本 間 尚 雄	53. 9.
578002	核燃料サイクルからみた原子力長期戦略の分析	山 地 憲 治	54. 3.
578003	環境アセスメントの評価項目の特定方法について	天 野 博 正	54. 3.
578004	評価関数の開発と評価システムの設計 ——環境総合評価システム開発の試み——	天野博正・若谷佳史	54. 3.
578005	電力施設のための景観アセスメント手法	若 谷 佳 史	54. 3.
578006	評価関数の信頼性に関する研究 ——環境評価への適用を目ざして——	若 谷 佳 史	54. 3.
578007	日本経済の長期成長モデル——2部門成長モデル——	阿 波 田 禾 積	54. 6.
579001	電気事業における長期限界費用の計測	西野義彦・富田輝博 大山達雄	54. 7.
579002	西ドイツの原子力発電訴訟	斎 藤 統	54. 6.
579003	フランスの原子力発電行政	斎 藤 統	55. 3.
579004	Majors の米国における石炭支配の現状と展開	山田恒彦・廿日出芳郎 白石エリ子	55. 3.
579005	電研マクロモデル 1980 の構成	内田光穂・阿波田禾積 服部常晃	55. 3.
580001	エネルギー問題のモデル分析	大 山 達 雄	55. 6.
580002	トリウムサイクルの核燃料サイクル解析	山 地 憲 治	55. 7.
580003	電研マクロモデル 1980 の動学的特性	内田光穂・阿波田禾積 服部常晃・武藤博道	55. 12.
580004	Translog 型生産関数理論の電気事業への適用	熊倉 修・大山達雄	56. 3.
580005	核融合エネルギー技術の社会的評価——米国社会における エネルギー・システムとしての有用性の検討——	根 本 和 泰	56. 3.
580006	一変量時系列モデルによる電力需要分析	浜田宗雄・山田泰江	56. 3.
580007	国際石油市場のモデル分析 第Ⅰ編：石油市場モデルの理論とモデルの構成	佐和隆光・荒井泰男 斎藤観之助	56. 3.
580008	供給ショックの経済学：展望	伊 藤 成 康	56. 3.
580010	国際石油市場のモデル分析 第Ⅱ編：原油輸入国のエネルギー需要構造と原油価格 ——原油需要モデルと原油価格シミュレーション——	佐和隆光・荒井泰男 斎藤観之助	56. 3.

	580011	電気事業資金問題の長期展望 中間報告(1)	富田輝博	56. 3.
	581001	原子力施設のデコミッショニングに関する法規制と資金調達 —西ドイツ—	矢島正之	56. 4.
	581002	原子力施設のデコミッショニングに関する法規制と資金調達 —フランス—	熊倉修	56. 4.
	581003	為替レート決定に関する実証分析: 展望	服部常晃	56. 4.
依頼	581504	高速増殖炉の役割と実用化への課題	山地憲治	56. 4.
依頼	581505	原子力発電所放射線管理システムの動作解析 —TLD/IDステーションのシミュレーション—	寺野隆雄	56. 7.
	581006	地域経済の長期分析 第Ⅱ編: 地域配分モデルの体系とパラメータの推定	斎藤観之助	56. 9.
依頼	581507	MSFプロジェクト報告書 第1分冊 大規模事務処理ソフトウェアのための保守管理支援システム MSF	坂内広蔵・寺野隆雄 鈴木道夫	56. 11.
依頼	581508	MSFプロジェクト報告書 第2分冊 データネーム統一化システム DNUS	寺野隆雄・坂内広蔵 鈴木道夫	56. 11.
	581009	デシジョン・サポート・システムの概念と先駆的研究のか ずかず	鈴木道夫	56. 11.
	581010	昭和55年度電力需要停滞の分析	植木滋之・牧野文夫	56. 12.
	581011	エネルギー収支分析の有効性	斎藤雄志	57. 3.
	581012	ソフトウェア仕様書体系の調査・評価 —設計管理システムの要件分析—	原田実	57. 3.
	581013	長期エネルギー経済モデル ETA-MACRO の構成	斎藤雄志・阿波田禾積 内山洋司・長田紘一 伊藤浩吉	57. 3.
	581014	国際石油市場とメジャーズの収益生の動向 —1960年代を中心に—	廿日出芳郎	57. 3.
	581015	原子力分野における多国間事業の組織	矢島正之	57. 3.
	581016	国際石油市場のモデル分析 第Ⅲ編: OPEC諸国の原油供給構造分析	斎藤観之助・佐和隆光 荒井泰男	57. 3.
	581017	コンピュータ・システムの性能評価とチューニング方法に ついて	松井正一・原田実 高橋誠・森清堯 若林剛	57. 3.
調査	581018	ヨーロッパ電気事業における情報処理の動向	森清堯・原田孜	57. 3.
	581019	水生微生物エコシステムにおける非線形拡散現象の数理と 映像化—共同研究報告書—	赤崎俊夫・池田勉 石井仁司・宇敷重広 川崎広吉・黒住祥祐 佐久間紘一・高橋誠 田口友康・西浦廉政 藤井宏・細野雄三 三村昌泰・山口昌哉 米川和彦	57. 3.
依頼	581520	河川維持流量の算定手法に関する研究 —景観評価手法(その1)—	若谷佳史・山本公夫 山中芳朗	57. 3.
	581021	日本経済の短期予測モデルの構成	内田光穂・服部常晃 伊藤成康	57. 3.
	582001	政策効果と原油価格上昇効果の分析 —マクロモデルによるシミュレーション実験—	内田光穂・服部常晃 伊藤成康	57. 8.
	582002	日本の火力発電の規模の経済性について	井澤裕司	57. 7.

582003	欧米主要国及び国際原子力機関 (IAEA) における原子力施設の廃炉に関する調査研究 —法規制と資金調達を中心に—	平島鹿蔵	58. 1.
582004	アメリカ合衆国における減価償却制度の研究	平島鹿蔵	58. 7.
582005	新エネルギー技術評価手法の体系化 I 新エネルギー技術の発電効率と建設費の推定方法 —石炭新発電プラントへの試算例—	内山洋司・斎藤雄志	57. 10.
調査582006	原子力における国際協力と共同開発事業	内山洋司	57. 11.
582007	わが国における停電コストの評価	西野義彦・植木滋之 牧野文夫	57. 12.
582008	業務別カナ漢字変換辞書の簡便な作成法 —効率的な日本語データ処理のために—	寺野隆雄	58. 5.
582009	移流拡散方程式のための有限要素法パッケージの開発	寺野隆雄・池田勉 松井正一	58. 6.
582010	自然風景地における送電線の景観的影響の評価	若谷佳史	58. 7.
582011	発電所の景観評価手法—定量的評価について—	若谷佳史・山本公夫 樋口忠彦	58. 7.
582012	発電所の景観デザイン手法 —境界とアプローチのデザイン—	樋口忠彦・若谷佳史 山本公夫	58. 7.
582013	発電所立地と地元への対応策 —地元漁協との立地交渉に関するモデル分析— 第 I 編 立地交渉の事例分析	若谷佳史・山中芳朗	58. 8.
582014	分散型電源と電気事業 —燃料電池導入の電気事業への影響—	西野義彦・阿波田禾積 三辺夏雄・牧野文夫	58. 7.
582015	計量経済モデルによる発電所立地の地域経済への影響分析	大河原透	58. 5.
582016	技術計算サポートシステムの設計	高橋誠・松井正一	58. 7.
582017	大型計算機網を利用したオフィスコンピュータの連系	坂内広蔵・森清堯 高橋誠・鈴木道夫	58. 7.
582018	データ管理を基礎とした業務処理システムの構築 —ある管理システムの構築・活用を例に—	坂内広蔵・鈴木道夫	58. 7.
582019	発電所立地と地元への対応策 —地元漁協との立地交渉に関するモデル分析— 第 II 編 ゲーミングシミュレーションモデルの構築と適用例	若谷佳史・山中芳朗	58. 7.
582020	環境総合評価手法の開発 (その 1) —環境パラメータの測定方法とその地域代表性について—	若谷佳史・天野博正	58. 7.
582021	環境総合評価手法の開発 (その 2) —地域特性による個別評価の修正—	山中芳朗・天野博正	58. 7.
582022	環境総合評価手法の開発 (その 3) —評価項目評価視点の重要度算定—	若谷佳史・天野博正 山中芳朗	58. 7.
582023	環境総合評価手法の開発 (その 4) —総合評価基準の設定についての考察—	山本公夫・天野博正	58. 7.
582024	電気料金の国際比較	内田光穂・伊藤成康	58. 5.
582025	発電所のレイアウト景観の評価	若谷佳史・山本公夫	58. 7.
582026	新エネルギー技術評価手法の体系化 II 新エネルギー技術の発電コストと経済的開発価値 —石炭新発電方式への試算例—	内山洋司・斎藤雄志	58. 7.
582027	原油値下がりによる日本経済に及ぼす影響	内田光穂・服部常晃 伊藤成康	58. 5.
582028	欠番		
582029	電力需要の分析と予測 —変量時系列モデルによる接近—	浜田宗雄・山田泰江 近藤裕之	58. 7.

583001	国際石油市場のモデル分析 第IV編：モデルの改良と原油需給構造分析	佐和隆光・久保雄志 斎藤観之助・荒井泰男 熊倉 修・谷口公一郎	58. 10.
調査583002	知識処理技術の動向	寺野隆雄・松井正一 原田 実・大屋隆生 鈴木道夫	59. 2.
583003	夏季電力需要と気象要因	小野賢治・森清 堯	59. 4.
583004	技術計算プログラムの動特性改善手法	松 井 正 一	59. 4.
583005	OA のための業務分析—ある電力所の分析を例に—	鈴木道夫・森清 堯 松村健治・田中庸平 岩井詔二・水野秀昭 中野敏生・村山 始	59. 4.
583006	河川景観の評価	若谷佳史・山本公夫	59. 8.
調査583007	諸外国における原子力発電所の許認可手続き合理化に関する調査	矢 島 正 之	59. 4.
583008	KEO-電研モデルの構成 —経済・エネルギーの相互依存分析—	尾崎 巖・黒田昌裕 吉岡完治・桜本 光 赤林由雄・大澤悦治 斎藤雄志・阿波田禾積 中村二朗・井澤裕司 伊藤浩吉・木村 繁	59. 4.
調査583009	世界のエネルギー需給バランス —第12回世界エネルギー会議コンサベーション委員会報告—	内 山 洋 司	59. 4.
583010	核燃料サイクルコスト評価のための資金計画モデル	高橋 誠・矢島正之	59. 4.
583011	大規模技術計算プログラムの品質管理	高橋 誠・松井正一 寺野隆雄・森清 堯	59. 4.
583012	経営経済データベース・分析システムの開発	高橋 誠・森清 堯 松井正一・小野賢治 大屋隆生	59. 4.
調査583013	高度情報化社会の進展と電気事業の課題	古 川 裕 康	59. 3.
583014	国際石油産業の変貌とその影響	廿日出芳郎・奥村皓一 松井和夫	59. 4.
583015	原子力発電所の予防保全支援システムに対する知識処理技術の適用	寺野隆雄・西山琢也 横尾 健	59. 5.
583016	発電所立地と地元への対応策 —地元漁協との立地交渉に関するモデル分析— 第IV編 ゲーミング・シミュレーション・システムの改良	若谷佳史・山中芳朗	59. 8.
583017	発電所の景観設計手法 —景観対策の効果と海岸イメージ—	若谷佳史・山本公夫	59. 9.
583018	部品合成によるプログラム自動生成へのアプローチ	原 田 実	59. 5.
583019	電源立地の経済社会環境影響評価モデルの開発	信国真載・福地崇生 竹中 治・小口登良 斎藤観之助・山岸忠雄 山口 誠・大河原透 中馬正博・山中芳朗	59. 7.
583020	国際石油市場の構造分析	佐和隆光・久保雄志 熊倉 修	59. 5.
583021	フランスにおける原子力開発体制の形成	熊 倉 修	59. 6.
584001	生産性の計測と国際比較の方法	内田光穂・伊藤成康 関口博正	59. 5.
584002	エネルギー需要構造の変化要因分析 —石油危機後の停滞要因の解明—	服 部 常 晃	59. 8.

584003	カラーイメージデータ圧縮法の開発	松井正一	60. 4.
調査584004	ロードマネジメントとその費用便益分析 —米国における実施状況と研究の現状—	山地憲治・浅野浩志	60. 7.
584005	電力需要分析のための新しいデータ解析手法とその適用例	小野賢治・大屋隆生	60. 4.
584006	パターン指向型プログラム開発技法	原田実	60. 5.
調査584007	超高速計算システムの現状と利用方法	大屋隆生・高橋誠 松井正一	60. 4.
584008	機械翻訳システムの評価とその利用方式	寺野隆雄	60. 6.
584009	モジュール型原子炉の経済性	山地憲治	60. 5.
584010	ロードマネジメントのための負荷研究 —米国における研究動向の現状—	小野賢治	60. 5.
584011	高度経営情報システム DEMANDS の開発 (I) —設計の基本方針とシステム構成—	森清堯・鈴木道夫 高橋誠・松井正一 大屋隆生・篠原靖志	60. 5.
584012	高度経営情報システム DEMANDS の開発 (II) —経営経済情報提供システム—	森清堯・鈴木道夫 高橋誠・松井正一 大屋隆生・篠原靖志	60. 5.
584013	夏季における電力負荷と気象	小野賢治・森清堯	60. 4.
調査585001	フランスの電気料金 —最近の料金制度改訂を中心として—	熊倉修	60. 6.
調査585002	韓国電力会社の現状と将来について	西浦幸次	60. 6.
585003	地域経済データの開発 その1 製造業資本ストック・社会資本ストックの推計	大河原透・松浦良紀 中馬正博	60. 8.
585004	地域計量経済モデルの構築 〔中国地域計量経済モデル (バージョン I) の構成〕	中馬正博・松浦良紀	60. 9.
585005	地域計量経済モデルの構築 〔中国地域計量経済モデル (バージョン I) による予測 シミュレーション〕	松浦良紀	60. 7.
585006	世界エネルギー需給モデル I モデルの構成	熊倉修	60. 8.
585007	地域経済データの開発 その2 産業別就業者数の推計	大河原透・上田廣	61. 1.
585008	電力施設の環境設計	若谷佳史・山本公夫	61. 1.
調査585009	米国, カナダ, オーストラリアのエネルギー政策 その1 —米国, カナダのエネルギー政策—	廿日出芳郎	61. 4.
調査585010	米国, カナダ, オーストラリアのエネルギー政策 その2 —オーストラリアのエネルギー政策およびウラン資源 開発・輸出政策—	高橋眞砂子	61. 4.
585011	自動プログラミング・システム SPACE の開発	原田実・高橋光裕	61. 4.
585012	生活者の意識構造の分析手法 —多様化する需要化ニーズ把握のために—	小野賢治	61. 4.
585013	ダムゲートの寿命診断におけるエキスパートシステム技術 の適用と考察	寺野隆雄・篠原靖志 松井正一・中村秀治 松浦真一	61. 7.
585014	電力財務モデルの開発と応用	富田輝博・関口博正 牧野文夫	61. 6.
585015	高度経営情報システム (DEMANDS) における映像の利用	大屋隆生	61. 10.
585016	経営情報システムにおけるローカルエリアネットワークの 活用	篠原靖志・高橋誠	61. 4.

	585017	高度経営情報システム (DEMANDS) 用ワークステーションの開発	松井正一・篠原靖志	61. 4.
	585018	ARIES/I におけるプログラム生成法 —日本語要求仕様からの自動生成—	篠原靖志・原田 実	61. 4.
調査	585020	負荷研究の方法とロードマネジメント評価への適用事例	小野賢治	61. 5.
	585021	地元振興に係わる制約とその打開策 —地域ニーズの実態把握方法について—	山中芳朗	61. 6.
	585022	業務処理システムの進化過程の分析	坂内広蔵	61.12.
	585023	時間関係と因果関係を扱う推論方式の開発	篠原靖志・寺野隆雄	61. 6.
Y	86001	地域振興に係わる制約とその打開策 —地域振興の構成要素と成功の要件—	山中芳朗・井口典夫	62. 9.
Y	86003	知識整理支援システム CONSIST の開発	篠原靖志	62. 8.
Y	86004	全国9地域計量経済モデルの開発 その1 人口ブロックの定式化	松川勇・大河原透	62. 6.
Y	86005	東北地域計量経済モデルの開発	中馬正博	62. 4.
Y	87001	配電設備の景観設計 —街路空間の快適性と配電設備のデザイン—	山下葉・若谷佳史 山本公夫	62. 6.
Y	87002	計量経済モデルシミュレーションシステムの開発	松井正一	62. 7.
Y	87003	数式処理システムの技術計算での活用 —構造解析分野を中心として—	松井正一・寺野隆雄 篠原靖志・中村秀治	63. 3.
Y	87004	エネルギーサービスに関する生活者の意識・ニーズ	小野賢治・森清 堯	62. 7.
Y	87005	配電設備の景観設計 —配電線地中化にともなう柱上設置機器のデザイン—	山下葉・若谷佳史 山本公夫	62. 9.
調査	Y87006	サウジアラビアの石油政策と石油市場	廿日出 芳郎	63. 3.
	Y87007	配電設備の景観設計—効果測定手法の開発—	山本公夫・山下葉 若谷佳史	63. 3.
	Y87008	電気事業の経営多角化の方向性 —他の公益事業制度との比較検討—	井口典夫	63. 3.
	Y87009	火力発電所のシステム熱効率分析 —複合発電の導入効果について—	永田 豊・内山洋司	63. 6.
	Y87010	配電設備のデザイン	山下葉・山本公夫	63. 5.
	Y87011	大規模経済予測モデルのための分析支援システムの開発 (1) —システム設計と基本機能の開発—	松井正一	63. 3.
	Y87012	原子力発電所の異常事象再発防止のコンサルテーションシステム「CSPAR」のインターフェースの開発	篠原靖志・寺野隆雄 西山琢也	63. 3.
	Y87013	欠番		
	Y87014	ソフトウェア自動設計システムの開発 (I) —設計自動化方式の開発とファイル処理モデル化—	原田 実・二方厚志	63. 3.
	Y87015	電力カードシステムのコンセプト開発と市場性の評価	小野賢治・森清 堯 山中芳朗	63. 4.
調査	Y87016	知識獲得のための機械学習	篠原靖志・矢沢利弘	63. 5.
	Y87017	電気事業における規模の経済性	中西泰夫・伊藤成康	63. 7.
	Y87018	全国9地域計量経済モデルの開発 その2 製造業投資ブロックの定式化	大河原 透	63. 5.
	Y87019	全国9地域計量経済モデルの開発 その3 労働ブロックの定式化	松川 勇	63. 6.

Y 87020	全国 9 地域計量経済モデルの開発 その 4 非製造業生産ブロックと支出ブロックの定式化	小野島 智 子	63. 5.
Y 88001	ロードマネジメントのための負荷分析システムの開発	小野賢治・佐賀井重雄	63. 6.
Y 88002	燃料サイクル最適化モデルの開発 —高速増殖炉実用化条件の解析—	山地憲治・長野浩司	63. 8.
Y 88003	エキスパートシステム開発ツールの評価体系	寺 野 隆 雄	63. 8.
Y 88004	会議・発表支援システムの開発—経営情報システムにおける効果的なプレゼンテーション—	大屋隆生・篠原靖志 矢沢利弘	63. 10.
Y 88005	発展途上国の経済とエネルギー—タイの事例—	熊 倉 修	63. 7.
Y 88006	多部門計量モデルの開発 その 1 基本構想とデータ開発	服部恒明・櫻井紀久 中西泰夫	63. 9.
Y 88007	多部門計量モデルの開発 その 2 モデルの理論的構成	服部恒明	63. 9.
Y 88008	多部門計量モデルの開発 その 3 パイロット・モデルの推定	服部恒明・櫻井紀久 中西泰夫・伊藤成康 井上義朗	63. 9.
Y 88009	多部門計量モデルの開発 その 4 パイロット・モデルの特性	服部恒明・櫻井紀久 中西泰夫・井上義朗	63. 9.
Y 88010	重電機製造プロセスモデルの開発 (I) —季時別料金制下の電力需要調整の評価—	浅野浩志・佐賀井重雄	63. 8.
調査 Y 88011	ダイナミック・オペレーティング・コスト研究の現状と課題	清 野 圭 子	63. 10.
Y 88012	夜間の都市公共空間の快適性評価	山下 葉・山本公夫	63. 10.
Y 88013	重電機プロセスモデルの開発 (II) —PROMHEM システムの構成と利用法	佐賀井重雄・浅野浩志	63. 9.
調査 Y 88014	エネルギー情勢と電力技術開発の変遷 —1970年代石油危機を振り返る—	内 山 洋 司	63. 11.
Y 88015	電気事業に特有な属性を考慮した費用分析 —ヘドニックコストモデルによるアプローチ	中西泰夫・瀬尾英生	平成 元. 3.
Y 88016	知識型経営情報システムの開発 (I) —短期経済動向予測結果の要約システム—	松 井 正 一	元. 3.
Y 88017	街路空間デザインと配電設備の地中化	山下 葉・山本公夫	元. 3.
Y 88018	全国 9 地域計量経済モデルの開発 その 5 製造業生産ブロック	大河原 透	元. 4.
Y 88019	全国 9 地域計量経済モデルの開発 その 6 電力需要ブロック	大河原透・小野島智子 松川 勇	元. 4.
Y 88021	知識整理支援システム CONSIST の適用と評価 —地域振興調査事例の詳細分析への適用—	篠原靖志・山中芳朗	元. 3.
Y 88022	地域振興の要件と発展段階 —知識整理支援システムによる主要事例の詳細分析—	山中芳朗・蟻生俊夫 篠原靖志	元. 4.
Y 88023	都市公共照明のデザイン —照明のデザインと効果—	山 本 公 夫	元. 12.
Y 88024	電気器具購入相談システムの開発	寺野隆雄・鈴木道夫 小野田崇	元. 3.
Y 88025	電力カードによる新市場開拓	小野賢治・桑畑暁生 高橋 誠・荒井泰男	元. 3.
Y 89001	ソフトウェア自動設計システムの開発 (II) —詳細設計自動化システム ADDS の開発—	二 方 厚 志	元. 4.
Y 89002	送変電施設の景観予測手法	山本公夫・若谷佳史	元. 6.

Y 89003	電気事業の経営多角化の方向性 —多角化先進企業に対する事例分析—	蟻生俊夫・井口典夫	元. 10.
Y 89004	多部門モデル'89の開発	服部恒明・中馬正博	元. 9.
Y 89005	電力品質と価格に対する需要家の選択 —大型コンピュータ・ユーザーにおけるバックアップ電源機器選択の行動分析—	藤井美文・松川 勇	2. 3.
調査 Y 89006	設備図面入力のための図面認識技術の現状調査	矢澤利弘・中島慶人	2. 3.
Y 89008	わが国のリゾート開発の課題 その1 —リゾート客の行動分析—	小野島 智 子	2. 4.
Y 89009	わが国のリゾート開発の課題 その2 —リゾート需要の将来動向—	小野島 智 子	2. 4.
調査 Y 90001	米国電気事業における実時間料金制の現状と研究課題	浅 野 浩 志	2. 5.
Y 90002	圧縮空気貯蔵発電システムの利点と経済性	内山洋司・角湯正剛	2. 5.
調査 Y 90004	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	松 川 勇	2. 6.
調査 Y 90005	企業の社会的責任のあり方 —企業と地域社会—	山中芳朗・蟻生俊夫	2. 8.
Y 90006	電力カードの事業化方策と課題	小野賢治・桑畑暁生	2. 8.
Y 90007	都市アメニティの概念と将来の都市像	山本公夫・井内正直 鈴木 勉	2.10.
Y 90008	都市開発の将来展望(その1) —地下空間と未利用エネルギーを活用した新しい都市開発構想の提案—	井口典夫・山本公夫	2.10.
Y 90009	都市開発の将来展望(その2) —歩行者流動を重視した都市地下開発のプランニング—	鈴木 勉・井口典夫	2.10.
Y 90010	電気事業の事業展開の方向性 —総合化概念にもとづく事例分析—	蟻生俊夫・井口典夫 若谷佳史	3. 1.
調査 Y 90011	公益事業料金に係わる各種インセンティブ規制の概要	井口典夫・小野島智子 若谷佳史	3. 1.
Y 90012	北海道における公共投資の波及効果分析	鍋 島 芳 弘	3. 3.
Y 90013	電気事業におけるラムゼー料金の適用—自家発・コジェネとの競合下における効率的な料金の実証分析	松川 勇・真殿誠志 中島孝子	3. 4.
Y 90014	わが国製造業のエネルギー代替に対する価格、非価格要因の影響分析	藤井美文・松川 勇 真殿誠志	3.10.
Y 90015	発電プラントのエネルギー収支分析	内山洋司・山本博巳	3.11.
Y 90016	欠番		
Y 90017	プライス・キャップ規制の適用実態と問題点 —主としてイギリス電気事業について—	矢 島 正 之	3. 4.
Y 90018	都市公共照明の計画策定手順	井内正直・山本公夫	3. 4.
調査 Y 90019	プライスカップ規制の理論的側面	渡 辺 尚 史	3. 6.
Y 90020	資産市場モデルと為替レートの決定	森 川 浩一郎	3. 5.
Y 90021	欠番		
Y 90022	設備図面の自動認識(1) —単純な回路図面の認識—	中島慶人・矢澤利弘	3. 5.
Y 90023	本邦電気事業における設備投資行動の分析—エーベル型投資関数によるドーピンのqおよび主観的割引率の推定—	真殿誠志・中西泰夫	3. 4.
Y 90024	ソフトウェア自動設計システムの開発(Ⅲ)	二 方 厚 志	3.11.

	Y91001	コージェネレーション設置需要家の季時別料金制に対する反応解析	浅野浩志・今村栄一 佐賀井重雄	3. 7.
	Y91002	課徴金による CO ₂ 抑制効果と経済的影響の分析	永田 豊・山地憲治 櫻井紀久	3. 8.
	Y91003	知識獲得支援システム KID- α の開発	篠原靖志・小野田崇	3. 9.
	Y91004	自家発保有需要家向け料金のゲーム論的分析	浅野浩志	3.10.
	Y91005	発電プラントの温暖化影響分析	内山洋司・山本博巳	4. 5.
	Y91006	企業の社会的責任に関しての法的検討 —会社法上の取締役の権利と義務—	丸山真弘	4. 6.
	Y91007	都市公共照明の計画策定法の有効性について —アメニティと使用電力量からの評価—	井内正直	4. 7.
	Y92001	設備図面の自動認識(2) —配電設備マスタを利用した手描き線路図の理解—	矢澤利弘・中島慶人	4.11.
調査	Y92002	高レベル放射性廃棄物処分に関する欧米の法制度	矢島正之	4. 8.
	Y92003	非電気事業電力の販売システムに関するゲーム論的考察	桑畑暁生・浅野浩志 渡辺尚史	5. 4.
	Y92004	コージェネレーションシステムの導入による地域省エネルギーの可能性	佐賀井重雄・椎名孝之	4.12.
	Y92005	電中研マクロ経済モデル 1991	服部恒明・門多 治 小島清美	4.12.
	Y92006	日本の海外直接投資の計量モデル分析	服部恒明・稲葉和夫 森川浩一郎	4.12.
	Y92007	ニューラルネットワークを利用した翌日最大電力の予測	小野田 崇	5. 1.
	Y92008	気候変化の電気事業経営への影響評価(1) —影響評価手法の開発—	松井正一・桑畑暁生 加藤央之	5. 3.
	Y92009	火力発電プラントの環境対策コスト分析	本藤祐樹・内山洋司	5. 8.
	Y92010	家庭部門における空調機器利用実態と電力消費	松川 勇	5. 3.
	Y92011	金融・資産価格の動向とバブルの影響分析	服部恒明・門多 治 小島清美・後藤美香 若林雅代・黒住英司	5. 3.
調査	Y92012	企業の総合経営力評価 —社会制を考慮した経営分析の提案—	蟻生俊夫	5. 6.
	Y92013	グローバル CO ₂ 排出権市場のシミュレーション解析 —植林による CO ₂ 吸収オプションの導入	岡田健司・山本博巳 長野浩司・山地憲治	5. 4.
	Y92014	地形上の配電ネットワーク図面の自動認識	中島慶人・矢澤利弘	5. 6.
	Y92015	職住の最適割当による通勤時間の削減効果 —東京大都市圏での実証分析—	大河原透・鈴木 勉	5. 5.
調査	Y92016	米国における DSM の適用実態と課題 —リベート政策を中心にして—	渡辺尚史	5. 5.
	Y92017	グローバル CO ₂ 排出抑制評価のための長期エネルギーシナリオ解析	長野浩司	5. 5.
	Y93001	時間帯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	今村栄一・浅野浩志	5. 5.
	Y93002	旅客交通システムにおけるモーダルシフトによるエネルギー削減効果の分析	田頭直人・鈴木 勉	5. 6.
	Y93003	線計計画モデルによる CO ₂ 排出権市場の検討	山地憲治・岡田健司 山本博巳	5. 8.
調査	Y93004	イギリスにおける電力プール市場と資源配分効率	松川 勇	5. 9.

Y 93005	ロジスティック曲線を用いた日本の水力発電施設要領のトレンド解析	杉山大志・山地憲治	5. 12.
調査 Y 93006	電気事業小史	大澤悦治	5. 12.
調査 Y 93007	地域共生型発電所の概念と構想例	山中芳朗・馬場健司 山本公夫・井内正直 若谷佳史・鹿島遼一	6. 1.
Y 93008	地域経済格差の実態分析	山中芳朗・馬場健司	6. 3.
Y 93009	分散型電源普及分析手法と太陽光発電システム普及分析モデルの開発	今村栄一・内山洋司	6. 3.
Y 93010	中堅ビジネスマンの満足度の現状と要因分析 —従業員アンケート調査にもとづく組織活性化—	蟻生俊夫	6. 3.
調査 Y 93011	電気事業の従業員満足度の現状と要因分析 —従業員アンケートに基づく組織活性化—	蟻生俊夫	6. 3.
Y 93012	停電による損害の分担の制度上の問題についての考察 —事業者責任がある場合の賠償額の制度—	丸山真弘	6. 4.
調査 Y 93013	労働市場の動向分析 —70年代以降のトレンド変化を中心として—	服部恒明・加藤久和 若林雅代	6. 4.
Y 93014	労働力供給の新動向	加藤久和・若林雅代 服部恒明	6. 4.
Y 93015	グローバル CO ₂ 抑制方策の検討 —公平性と効率性の実現に向けて—	杉山大志・山地憲治 岡田健司・山本博巳	6. 4.
Y 93016	わが国電気事業の垂直統合の経済性 —投入要素比率固定の場合—	渡邊尚史・北村美香	6. 4.
Y 93017	欠番		
Y 93018	新圧縮法と高性能圧縮機の開発	内山洋司	6. 7.
調査 Y 94001	世界のエネルギー資源・資源量、需給、経済性と関連技術動向	山地憲治・岡田健司 長野浩司・今村栄一 永田豊・山本博巳 杉山大志・本藤祐樹	6. 6.
調査 Y 94002	エネルギー経済学の基礎理論総説	エネルギー経済研究会	6. 6.
Y 94003	二次電池とその将来展望	内山洋司・田頭直人	6. 8.
Y 94004	土地利用モデルによるバイオマス利用可能量の分析	山本博巳・山地憲治	6. 7.
調査 Y 94005	次世代情報インフラストラクチャー構想の評価	三雲謙	6. 8.
Y 94006	人口予測モデルの開発と将来人口予測	加藤久和	6. 10.
Y 94007	事業所間の情報共有よりみた地域産業構造の実態分析	馬場健司・山中芳朗	7. 1.
調査 Y 94008	家庭部門における DSM プログラムの選択と電力消費の分析手法	松川勇	7. 2.
Y 94009	発電システムのライフサイクル分析	内山洋司	7. 3.
Y 94010	スポット料金と融通電力を組合わせた需給運用方式	岡田健司・浅野浩志	7. 7.
Y 94011	太陽光発電システムの普及分析	今村栄一・内山洋司	7. 6.
調査 Y 94012	地球温暖化によるグローバル損害コスト評価の現状	杉山大志	7. 5.
Y 94013	電気自動車の導入評価 —電源構成及び CO ₂ 、NO _x 排出抑制への影響—	長野浩司	7. 8.
Y 95001	民生部門における機器効率化による省電力効果	永田豊・内山洋司	7. 7.
Y 95002	出生率低下が経済成長に及ぼす効果の計量分析	加藤久和	7. 8.
Y 95003	時間帯別料金の効果：わが国の家庭部門における実証分析	松川勇	7. 12.

Y95004	内外価格差の実態とその縮小の影響分析	門多 治・服部恒明	7. 11
調査 Y95005	バイオマスエネルギーのプランテーションによる生産に関する調査	杉山大志・斉木 博 渡部良朋・中園 聡 藤野純一	7. 11
Y95006	土地利用競合を考慮した世界のプランテーションバイオマスエネルギー供給可能量についての検討	杉山大志・斉木 博 渡部良朋・中園 聡 藤野純一	7. 11
Y95007	産業連関表を用いた製品のエネルギー消費の推定	西村一彦・本藤祐樹 内山洋司	8. 3
Y95008	規制緩和が電気事業経営に及ぼす影響—従業員アンケートに見る民営化後の英国配電会社の経営動向—	蟻 生 俊 夫	8. 1
Y95009	石油を中心とする化石エネルギーの枯渇評価	内 山 洋 司	8. 2
Y95010	オープンアクセスにおける財産権の保障—財産権の範囲と収用に関する検討—	丸 山 真 弘	8. 3
調査 Y95011	都市インフラストラクチャー構築の資源使用量と環境負荷	田頭直人・鈴木 勉 内山洋司	8. 4
調査 Y95012	電力市場自由化モデルの分析	矢 島 正 之	8. 4
Y95013	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CO ₂ 排出量	本 藤 祐 樹	8. 5
調査 Y95014	グループウェア導入のホワイトカラー業務へ与える影響	馬 場 健 司	8. 5
Y95015	DEA によるドイツ配電会社の生産効率性比較	北 村 美 香	8. 7
総合 Y01	電源地域の課題と振興策	山中芳朗・山本公夫 馬場健司・井内正直 大河原透	7. 10

Z 83002	地域経済の長期展望	超長期エネルギー戦略 研究会経済専門部会	59. 5.
Z 83005	電力需要構造と電力シフト	超長期エネルギー戦略 研究会エネルギー専門 部会	59. 8.

CRIEPI REPORT

E576001	Dynamic Effects of the Change in Electricity Rates on Price System	Yoshihiko Nishino Teruhiro Tomita	52. 1.
E577001	Residential Demand Modeling for Electricity	Tuneaki Hattori	52. 9.
E578001	An Analysis of the Fuel Utilization Efficiencies in Nuclear Reactor Systems	Kenji Yamaji	53. 9.
E581001	Toward Realization of a Decision Support System—A Survey Note on the Concepts and Relating Researches—	Michio Suzuki	56. 9.
E582001	Organization of Multinational Undertakings in the Field of Nuclear Fuel Cycle	Masayuki Yajima	58. 3.
E583001	A Total Approach to a Solution for the Maintenance Problems through Sytem Configuration Management—Maintenance Support Facility MSF—	Kozo Bannai Michio Suzuki Tokao Terano	59. 2.
E584001	KEO-DENKEN Model: An Analysis of Energy-Economy Interactions in Japan	Hiroshi Izawa	59. 12.
E584002	Electric Power Demand and Electrification in Japan	Takeshi Saitoh Nariyasu Itoh	59. 12.
E584003	A Multilateral Comparison of Total Factor Productivity among Japanese Utilities for 1964-1982	Nariyasu Itoh	59. 12.
E584004	Load Leveling Efforts in Japanese Electric Utilities	Kenji Yamaji	59. 12.
E584005	Applications of the Over/Under Model to a Japanese Electric Utility	Kenji Yamaji	59. 12.
E585001	Potential Attractiveness of Modular Reactors	Kenji Yamaji	60. 12.
E586001	A Specification Compiler for Business Application SPACE	Minoru Harada	61. 5.
E586002	A View of an Advanced Information Society and the Related Issues for the Electric Power Industry	Hiroyasu Hurukawa	61. 6.
E586003	Quality Assurance Guidelines for Large Scientific Programs	M. Takahashi S. Matsui T. Terano T. Morikiyo	61. 6.
EY86004	Dynamic Analysis of Time-of-Use Rates for Electricity : Optimal Pricing and Investment under Welfare Maximization	H. Asano, Y. Kaya	61. 8.
EY86005	Historical Change in Energy Use in Japan	M. Uchida, Y. Fujii	61. 12.
EY86006	Proceedings of the Second CRIEPI-EPRI Workshop on Energy Analysis, Tokyo, Japan, September 24-26, 1986	Edited by M. Uchida, W. M. Smith and K. Yamaji	62. 1.
EY86007	Methods of Market Research Data Analysis for Electric Utilities	Kenji Ono	62. 1.
EY86008	Development of Workstation for DENKEN Management Decision Support System (DEMANDS)	S. Matsui and Y. Sinohara	62. 1.
EY87001	Electric Utility Management: Lessons from ASEAN and Northeast Asia	Edited by A. Kadir, Y. H. Kim and M. Uchida	63. 2.

EY87002	Microscopic Analysis of Industrial Customers Response to Time-of-Use Rates: Case Studies for an Integrated Steel Mill and a Heavy Electrical Apparatus Works	H. Asano S. Sagai K. Yamaji	63. 3.
EY87003	Long-Term Prospects of the World Oil Market —Experiments with the CRIEPI World Energy Model	Osamu Kumakura	63. 3.
EY89001	Developing the Inter-Fuel Competition Model —And Analysis on the Structural Changes of Energy Demand-supply in Japan	O. Kumakura Y. Nagata Y. Fujii I. Matsukawa	平成 元. 9.
EY89002	Static Equilibrium Model and Optimal Capital Stock	Y. Nakanishi S. Madono	元. 9.
EY89003	Overview of U. S. Electric Utility Experience with Real-Time Pricing	Hiroshi Asano	元. 12.
EY89004	Economic Analysis of the Energy Storage Technologies in the Electric Generation Mix	Y. Uchiyama Y. Matsukawa	元. 9.
EY89005	Sectoral Analysis of Energy Substitution in Japanese Manufacturing Industries Based on Purchase Prices	Y. Fujii I. Matsukawa	元. 9
EY89006	Long-Range Optimal Strategy of Plutonium Utilization	K. Yamaji K. Nagano	元. 9.
EY90001	Energy Efficiency and Prospects for the USSR and Eastern Europe	written by Yuri Sinyak edited by Kenji Yamaji	2. 12.
EY90002	Commercial Customers' Response to Time-of-Use Rates: A Case Study for Hotel with Cogeneration Systems	Hiroshi Asano, Shigeo Sagai and Ei-ichi Imamura	3. 2.
EY90003	The CRIEPI Multisectoral Model of the Japanese Economy	Tsune-aki Hattori and Nori-hisa Sakurai	3. 4.
EY92001	Political and Institutional Barriers to Tariff Adjustment in Indonesia the Philippines: Can	Peter C. Evans	5. 5.
EY92002	Demand-Side Management of the Electric Power Industry in Japan	Hiroshi Asano	4. 12.
EY92003	Comparative Analysis of Energy Intensity Between the U. S. and Japan	Yutaka Nagata	5. 6.
EY93001	Carbon Offsets : A Cost-Effective Approach to Stabilizing the CO ₂ Emission of Japan's Electric Utility Industry	Peter C. Evans	5. 8.
EY93002	The Crieipi Quarterly Macroeconometric Model of the Japanese Economy	Tsuneaki Hattori, Osamu Kadota and Kiyomi Kojima	6. 2.
EY94001	An Econometric Analysis of the Spatial Urban Structure of the Tokyo Metropolitan Area	Toru Ohkawara	7. 1
EY95001	Deregulation of the Electricity Supply Industry —International Status of Deregulatory Reforms—	Masayuki Yajima	7. 9
EY95002	Application of Incentive Regulation to the Electricity Supply Industry	Masayuki Yajima	8. 4

「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. 「電力経済研究」への投稿原稿は、電気事業を取り巻く経済、経営、エネルギー、環境等に関連した内容を持ち、当該分野の研究活動に有益と認められ、ひいては電気事業の発展に寄与するものとします。
2. 投稿原稿は次の3種類です。
 - a. 研究論文
主題、内容、手法等に新規性があり、内容が時宜を得て有用である等の理由によって当該分野の発展に貢献すると思われる研究成果。
 - b. 調査論文
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およびその周辺領域の発展を著者の見解に従って、総括的かつ系統的に報告したもの。
 - c. 研究ノート
総合的な研究報告までに至らないが、その研究途上で得られた有用な分析手法に関して研究速報として記録にとどめておく価値があると認められたものでテクニカル的なもの。
また、次の種類については、原則として編集委員会が原稿作成を依頼します。
 - d. 解説
 - e. 文献紹介
 - f. 電力中央研究所経済社会研究所の研究紹介
 - g. その他
なお、原稿は未発表で他誌へ二重投稿していないものに限りします。
3. 投稿される原稿には、原稿の種類に応じてそれぞれの枚数制限にしたがって下さい。
 - a. 研究論文・調査論文 400字詰め原稿用紙48枚以内（仕上げり12ページ程度）
 - b. 研究ノート " 32枚以内（ " 8ページ程度）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（600～700字程度）参考文献の総計で適用されます。
4. 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、掲載の可否を決めます。
5. 掲載された原稿の著作権は当所に帰属します。したがって、他の出版物に掲載する場合には、当所の承諾を得て下さい。
6. 原稿はオリジナルの他、コピー1部（計2部）を提出して下さい。詳しくは執筆要項を参照して下さい。
7. 投稿希望者には執筆要項を送付いたします。下記にご連絡下さい。

電力中央研究所 経済社会研究所事務課

TEL 03-3201-6601（代表）

FAX 03-3287-2864

電力経済研究 No.36

1996年7月31日 印刷発行

発行者 財団法人 電力中央研究所

経済社会研究所

所長 荒井 泰 男

〒100 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：藤本綜合印刷株式会社

目 次

巻 頭 言	1
〈研究論文〉	
太陽光発電システムの普及展望	今村 栄一 3 内山 洋司
〈研究紹介〉	
英国電気事業における民営化後の経営動向	蟻生 俊夫 15
世界土地利用エネルギーモデルによるバイオエネルギー・ポテンシャルの評価	山本 博巳 23 山地 憲治
都市インフラストラクチャー構築の資源使用量と環境負荷	田頭 直人 33 鈴木 勉 内山 洋司
グループウェア導入のホワイトカラー業務へ与える影響	馬場 健司 41
〔研究ノート〕	
温暖化対策のタイミングと費用	杉山 大志 49
一温室効果ガス濃度安定化目標下での最適戦略における 限界費用の時間経路一	長野 浩司
〔解 説〕	
電力分野における規制緩和の動向：基本的概念の整理	矢島 正之 59
純粹持株会社について	丸山 真弘 61
一解禁の是非をめぐる議論とその背景一	
〔海外出張報告〕	
北欧三カ国における炭素税の最新動向	田辺 朋行 63
一フィンランド、スウェーデン、ノルウェー一	
ハーバード滞在録	加藤 久和 65
経済復興の牽引役から環境共生の街へ	土屋 智子 67
一ドイツ・ルール工業地帯の再活性化一	