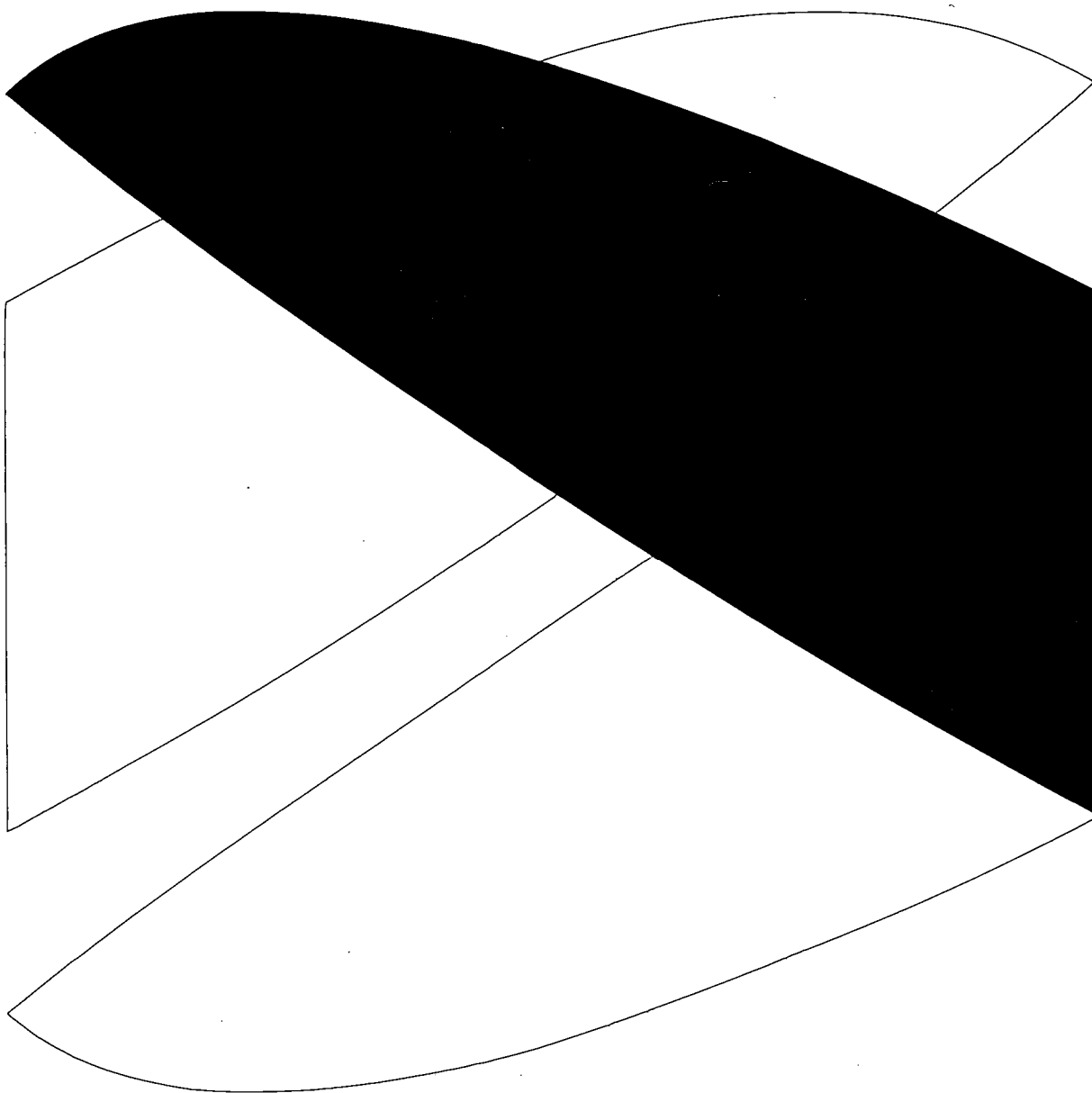


ISSN 0387-0782

電力經濟研究



No.39 1998.2

財団法人 電力中央研究所 経済社会研究所

編集委員

内田 光穂	内山 洋司
大河原 透	蟻生 俊夫
加藤 久和	馬場 健司
岡田 健司	今村 栄一

目 次

< 研究論文 >

原燃サイクルバックエンドにおける貯蔵過程の数理的考察……………長野 浩司… 1

< 調査論文 >

財政政策は有効か？—マクロ経済と財政赤字について—……………加藤 久和…13

< 研究ノート >

リサイクリング・システムの外部性……………西村 一彦…25

< 研究紹介 >

情報インフラ導入がオフィス業務やコミュニケーションに及ぼす影響の分析……………馬場 健司…33

公共投資の地域配分に関する実証研究……………大河原 透…41
山野 紀彦

G5 諸国の比較優位の決定要因について ……………櫻井 紀久…47

[解 説]

北海道産業クラスター創造戦略の紹介……………山中 芳郎…53

電源地域振興事例紹介：女川町の事例……………大河原 透…55

電源地域振興事例紹介：新潟県高柳町……………馬場 健司…59

[海外動向]

IEA 水力実施協定における「水力と環境委員会」とその活動 ……………内山 洋司…63

IIASA 滞在記 ……………杉山 大志…67

オランダにおける電気事業とその研究機関の動向……………米田 典由…69

気候変動枠組条約第3回締約国会議 (COP3 KYOTO) ……………東 一郎…71

[文献紹介]

『ワシントン戦略読本—ホワイトハウスの見える窓から—』寺島実郎著
(新潮社、1997年8月刊) ……………青柳 栄…75

原燃サイクルバックエンドにおける 貯蔵過程の数理的考察

A Mathematical Analysis of Storage in the Fuel Cycle Back-end System

キーワード: 原燃サイクルバックエンド、使用済燃料、使用済燃料中間貯蔵、
最適貯蔵期間、技術進歩

長野 浩 司

使用済燃料中間貯蔵の意義と必要性を明らかにするため、プルトニウムリサイクル過程における貯蔵オプション選択の最適化問題の一般式を導出して解くことにより、各貯蔵オプションの貯蔵期間の選択を考察した。具体的には、ある時点で排出された1単位の使用済燃料に着目し、それが排出されてから、再処理された後に回収されたプルトニウム(Pu)が再び原子炉に装荷され燃焼されるまでの時間範囲に関して、原燃サイクル構成(使用済燃料中間貯蔵、再処理、Pu貯蔵、MOx燃料加工、MOx燃料貯蔵)の総費用とPu利用の効用についての最適化問題を定義し、各貯蔵オプションとその貯蔵期間の選択及び技術開発効果の観点からその最適条件を検討した結果、以下のことが示された。

(1) ある貯蔵オプションの貯蔵期間を1年延長することの是非は、a-1)貯蔵期間の1年延長による当該貯蔵オプションの費用増分、a-2)貯蔵以降の処理の実施が1年遅延されることによるそれら費用の現在価値の変動、a-3)実施までに1年研究開発期間が伸びることによる技術進歩(費用低減)効果、の三者の和として表されるシステム費用の増減と、b)貯蔵以降の処理から回収された有用物質のリサイクル利用により得られる便益の発生が1年先送りされることの損失との比較で決まり、両者が等しくなる貯蔵期間 $[x, y, z]$ が各々の貯蔵過程における最適な貯蔵期間であり、その和 T が最適なリサイクル時点を与える。

(2) もしリサイクル利用の効用が圧倒的に大きければ即時リサイクルが最適解となるが、Pu利用の効用は不確定な部分が多い。Pu利用の効用を排除すれば、原問題は費用最小化問題に帰着し、公開されているコストデータを用いてその数値解を検討すると、3つの貯蔵オプションの中では使用済燃料の中間貯蔵がまず選択され、またこのときに貯蔵コストの関数形によっては貯蔵期間にある最適値が存在することがあり得る。再処理技術等について将来の技術進歩がより大きく期待できる場合には、使用済燃料貯蔵戦略の優位性はより強まり、またより早期の再処理の実施が正当化される。

(3) 使用済燃料を再処理せず直接処分する場合にも、原問題と等価な問題を定義することができ、研究開発等による処分費用の低減効果と貯蔵期間の延長に伴う追加費用が等しくなる時点 T が存在するならば、そのときの T が最適な貯蔵期間及び処分時点を与える。

- はじめに
 - 問題設定と解法
 - 問題設定と定式化
 - 最適性の必要条件
 - 数値例
 - 考察
 - 使用済燃料貯蔵の意義
 - 使用済燃料貯蔵コストと貯蔵期間の関係
 - 今後の課題
 - おわりに
- 参考文献

1. はじめに

わが国原子力開発計画において、再処理リサ

イクル型原子燃料サイクルの完結と高速増殖炉(FBR)の実用化から成る、いわゆる再処理リサイクル戦略は、長らくその究極的な目標として掲

げられて来た。その中では、現在運転中の軽水炉から排出される使用済燃料は、プルトニウム(Pu)等の有用物質あるいは燃料資源を含有する、価値のある物資であり、また使用済燃料は原則的にその全量が原子炉から排出後直ちに再処理施設で再処理されることとされていた。1987年の「原子力開発利用長期計画」[1]では、そうした原則的な方向性に若干の修正が加えられ、再処理容量を上回る使用済燃料は適切に貯蔵・管理されることとされた。また、1994年に公表された「原子力の研究・開発・利用に関する長期計画」[2]では、さらなる軌道修正として「エネルギー資源の備蓄として」との一節が上記表現に加えられた。

超長期のエネルギー戦略を描く際に、原子力の必要性は明らかであるとしても、Puリサイクルの必要性は必ずしも明らかであるとは言えない。1997年6月に開催されたIAEAの国際シンポジウムにおいても、ウラン資源需給の観点からは、Puの当面の(具体的には2050年程度までの時間範囲での)利用を十分に正当化するのは困難であるとの見解が示されている[3]。

再処理リサイクル戦略を取るにせよ、ワンスルー戦略を取るにせよ、原子力発電所の運転に伴って必然的に排出される使用済燃料の管理は、いずれ取り組まねばならぬ重要な問題である。前者の場合は、再処理施設への原料フィードの最適管理、ひいてはPu需給調整の機能を負うことになる。後者においては、最終処分施設へのフィード管理のみならず、もし処分施設の設置に遅延を生じたり、あるいはより良い技術体系の研究開発に時間を要する場合にその間の管理調整機能を要求される。そして、上記「原子力長計」に見られる通り、その主役として期待されているのは使用済燃料の中間貯蔵である。

本報告では、ある燃料サイクルバックエンド過程における使用済燃料管理の最適化問題のうち、最も簡便な形で理論的に定式化した上で、

その最適性の必要条件と最適解の特性を考察する。具体的には、ある時点で排出された使用済燃料1単位に着目して、それが再処理され回収されたPu等の有用物質がリサイクル利用されるまでの間の時間調整をどのように行うべきかを検討し、中でも使用済燃料中間貯蔵の意義について考察を加える。

2. 問題設定と解法

2.1 問題設定と定式化

図1に、本報告が評価対象としている燃料サイクルバックエンドの範囲と概念を示す。ある原子力発電所から時点0に排出された1単位(たとえば1MTHM¹)の使用済燃料を考える。この使用済燃料をある時点(原子炉からの排出から x 年後)に再処理し、回収されたPuをMOx燃料²として成型加工した後に、ある時点(排出から T 年後)に原子炉に装荷し燃焼させるものとする。

解くべき問題は、使用済燃料貯蔵(期間 x 年、費用 $f_1(x)$)、再処理(費用 f_r 、技術進歩率 i_r)、プルトニウム貯蔵(期間 y 年、費用 $f_2(y)$ 、技術進歩率 i_y)、MOx燃料加工(費用 f_m 、技術進歩率 i_m)、MOx燃料貯蔵(期間 z 年、費用 $f_3(z)$ 、技術進歩率 i_z)及びMOx燃料の原子炉への装荷・燃焼(効用 U)を組み合わせたシステムの総効用現在価値 TU (割引率 r)⁴を最大化すること

1 以下の定式化は、文献[4]において検討したものをより詳細に展開したものである。また、以前に筆者らは、文献[5]において同様の費用最小化問題について予備的な定式化と検討を試みている。本報告の定式化は、文献[5]のそれにPu利用の効用及び技術進歩率等の要素を加味することにより、効用最大化問題として拡張し一般化したものである。

2 Metric Ton of Heavy Metal、重金属換算トン。燃料中に含有する重金属の重量。Pu等を含まない新UO₂燃料の場合には、とくにMTU(Metric ton of uranium)と表記することが多い。

3 Mixed Oxide Fuel、混合酸化物燃料。

4 ただし、図1において副産物として現れる高レベル廃棄物の処理処分の費用は再処理費用に、補助投入物として現れるウランその他のMOx燃料製造のための

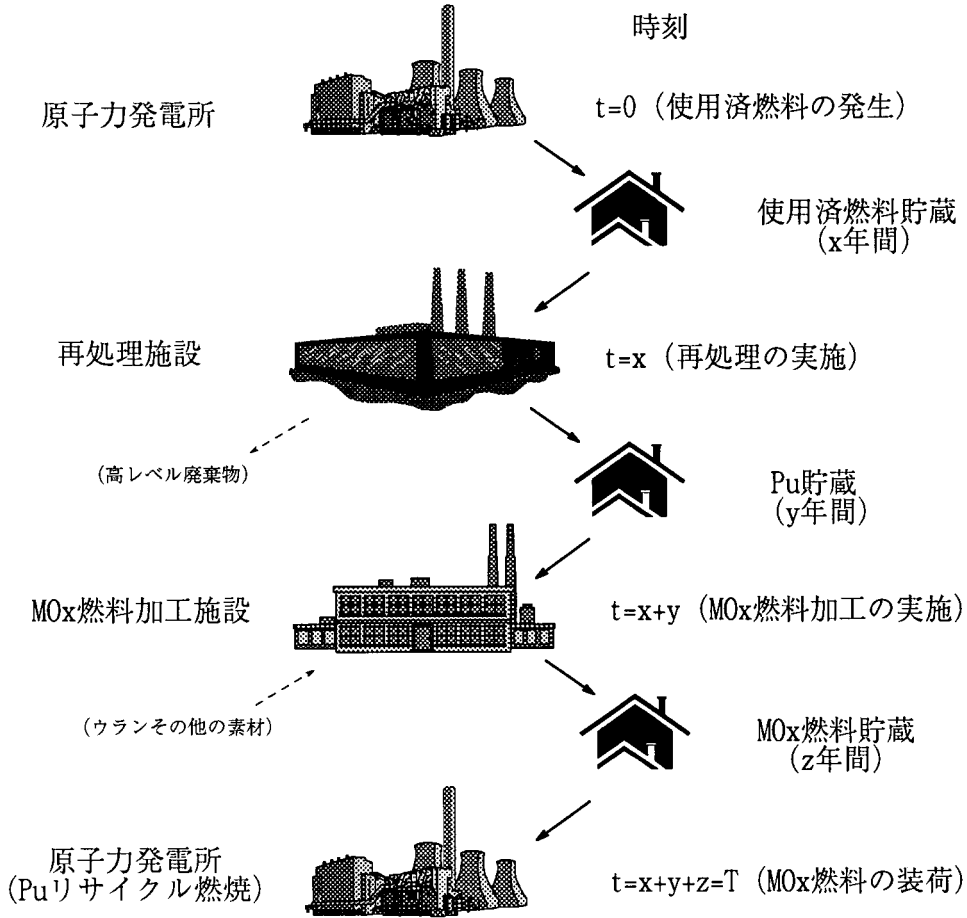


図1 評価対象の燃料サイクルバックエンドの範囲と定義

とである。すなわち、

$$\begin{aligned}
 TU = & -f_1(x) - e^{-rx} \cdot f_r \cdot (1-ir)^x \\
 & - e^{-rx} \cdot f_2(y) \cdot (1-i_2)^y \\
 & - e^{-r(x+y)} \cdot f_m \cdot (1-i_m)^{(x+y)} \\
 & - e^{-r(x+y)} \cdot f_3(z) \cdot (1-i_3)^{(x+y)} \\
 & + e^{-rT} \cdot U \rightarrow \max.
 \end{aligned}
 \tag{1}$$

$$s.t. \quad T = x + y + z \tag{2}$$

ただし、上記並びにそれ以外の変数の定義については表1を参照されたい。

この問題を解くにあたり、原問題の主旨を逸

脱しない範囲でいくつかの簡略化を行う。

まず、技術進歩率を個々の技術に対して定義したが、ここでは単にどれも一律の技術進歩係数（技術開発に費やす時間に応じて一定倍率で費用低減が生じる）を仮定し、 $i_n = i, n: r, 2, m, 3$ とおくこととする⁵。この仮定により、原問題(1)は以下のように置き換えられる。

素材の費用は MOx 燃料加工費用に各々含まれていると見なし、明示的には取り扱わない。

5 ただし、この簡略化はあくまでも簡明のためであり、技術毎に区別した技術進歩係数としたまま数式展開を進めても、以下の式展開には何ら支障ない。

表1 変数の定義

変数名	単位	意味
TU	¥/(MTHM)	総効用現在価値 (目的関数)
r	1/yr	割引率
$f_1(x)$	¥/MTHM	x 年間の使用済燃料貯蔵コスト
f_r	¥/MTHM	使用済燃料再処理コスト
i_r	1/yr	使用済燃料再処理コストの改善率 (技術進歩率)
$f_2(y)$	¥/gPu* $\alpha(x)$	当初の使用済燃料の再処理から回収されたPuを y 年間貯蔵するための貯蔵コスト
$\alpha(x)$	gPu/MTHM	当初の使用済燃料のPu含有量(ただし x 年間の貯蔵に伴うPuの崩壊反応を考慮)
i_2	1/yr	Pu貯蔵コストの改善率 (技術進歩率)
f_m	¥/MTHM* $\beta(x+y)$	MOx燃料成型加工コスト
$\beta(x+y)$	MTHM/MTHM	貯蔵されたPu量から生成されるMOx燃料量(ただし $x+y$ 年間の経過に伴うPuの燃料価値の低下を考慮)
i_m	1/yr	MOx燃料成型加工コストの改善率 (技術進歩率)
$f_3(z)$	¥/MTHM* $\beta(x+y)$	生成されたMOx燃料を z 年間貯蔵するための貯蔵コスト
i_3	1/yr	MOx燃料貯蔵コストの改善率 (技術進歩率)
$U(T)$	¥/MTHM	MOx燃料を T 年後に原子炉で燃焼することによる効用
λ		ラグランジェ定数

$$\begin{aligned}
 TU = & -f_1(x) - e^{-(r+i)x} \cdot f_r \\
 & - e^{-(r+i)x} \cdot f_2(y) \\
 & - e^{-(r+i)(x+y)} \cdot f_m \\
 & - e^{-(r+i)(x+y)} \cdot f_3(z) \\
 & + e^{-rT} \cdot U \rightarrow \max.
 \end{aligned}$$

(3)

ついて最適性の必要条件を求める。すなわち、

$$I = TU - \lambda(T - x - y - z) \quad (4)$$

について、4つの政策変数の各々について以下の4つの条件を定義する。

すなわち、技術進歩率一定の仮定は、割引率を見かけ上 r から $(r+i)$ に増加させることに等しい。これは、毎年確実に技術進歩が予想される行動主体にあっては、予想される改善率だけリスク回避的に行動することを意味する。

2.2 最適性の必要条件

(3)式的最適化問題に対して、制約式(2)及びラグランジェ定数 λ を導入して、変数 x, y, z, T に

$$\begin{aligned}
 \frac{\partial I}{\partial x} = & -f_1'(x) + (r+i)e^{-(r+i)x} \cdot f_r \\
 & + (r+i)e^{-(r+i)x} \cdot f_2(y) \\
 & + (r+i)e^{-(r+i)(x+y)} \cdot f_m \\
 & + (r+i)e^{-(r+i)(x+y)} \cdot f_3(z) \\
 & + \lambda = 0
 \end{aligned} \quad (5)$$

$$\begin{aligned} \frac{\partial I}{\partial y} = & -e^{-(r+i)x} \cdot f_2'(y) \\ & + (r+i)e^{-(r+i)(x+y)} \cdot f_m \\ & + (r+i)e^{-(r+i)(x+y)} \cdot f_3(z) \\ & + \lambda = 0 \end{aligned} \quad (6)$$

$$\frac{\partial I}{\partial z} = -e^{-(r+i)(x+y)} \cdot f_3'(z) + \lambda = 0 \quad (7)$$

$$\frac{\partial I}{\partial T} = -r \cdot e^{-rT} \cdot U - \lambda = 0 \quad (8)$$

以上の準備の下に、式(5)-(7)の各々と(8)式から λ を消去することにより、次のことが言える。すなわち、ある貯蔵オプション（使用済燃料中間貯蔵、Pu貯蔵あるいはMOx新燃料貯蔵）の貯蔵期間を1年延長することの是非は、

- a-1) 貯蔵期間の1年延長による当該貯蔵オプションの費用増分
- a-2) 貯蔵以降の処理の実施が1年遅延されることによるそれら費用の現在価値の変動
- a-3) 実施までに1年研究開発期間が伸びることによる技術進歩（費用低減）効果

の三者の和として表されるシステム費用の増減（(5)-(7)式の各々の λ を除いた部分）と、

- b) 貯蔵以降の処理から回収された有用物質のリサイクル利用により得られる便益の発生が1年先送りされることの損失（(8)式の λ を除いた部分）

との比較で決まり、両者が等しくなる貯蔵期間 $[x, y, z]$ が各々の貯蔵過程における最適な貯蔵期間であり、その和 T が最適なりサイクル時点を与える。

さて、最適性の必要条件について解法を進

める。ここでもう一つの仮定として、MOx新燃料の貯蔵については、設備面で遮蔽等の配慮を要するものの、技術的に大きな負担とは考えられず、他の費用項目に比べて無視できるものとする。従って、(5)-(7)式において、

$$f_3(z) = f_3'(z) = 0 \quad (9)$$

と考えることにする。すると、(7)式に(9)式を適用すれば、

$$\lambda = 0 \quad (10)$$

次に、Pu利用の効用 U についてであるが、先進諸国に見られる高速増殖炉(FBR)開発からの撤退などを見ても、近年のPu利用計画の進展に不確実性が大きく、またその利用による効用についても、確たる判断基準を持ち難い。仮に、効用 U が原問題に対して何らの影響を及ぼさない、すなわち $U=0$ と仮定すれば、原問題(1)は3つの貯蔵オプションを含む燃料サイクル構成の総費用最小化問題に帰着する。

効用 U が明らかに正であれば、この定式化の範囲では、(8)式により I は T の単調減少関数となり、 T すなわちPu利用の時期を遅延させることは正当化されない。すなわち $T=0$ であり、本報告の定式化の限りにおいては即時再処理、即時Pu利用が最適解となる。

逆に、効用 U が負であれば、同じく(8)式により I は T の単調増加関数となり、この定式化によって示唆される最適解は（使用済燃料の）長期貯蔵となる。

さて、(5),(6)式から、

6 ここまでの式展開では、単に $T=\infty$ が示唆されるのみである。以後の数式展開により、使用済燃料の貯蔵が他の貯蔵オプションに勝ることが示されるが、これを先取りしてこのように記述した。

$$f_1'(x) = e^{-(r+i)x} \cdot f_2'(y) + (r+i)e^{-(r+i)x} \cdot (f_r + f_2(y)) \quad (11)$$

この式の両辺は、各々以下を意味する。

- ・ (左辺) : 使用済燃料中間貯蔵の貯蔵期間を1年延長することによる、貯蔵費用の増分
- ・ (右辺) : 再処理以降の過程が1年遅延することによる、再処理以降の過程の費用の総現在価値の変動

この(11)式が、使用済燃料貯蔵における最適解の基本的な必要条件式を与える。(11)式を満たす x^* が存在するとき、その x^* が最適な貯蔵期間である。全く同様に、(6),(7)式からは最適 Pu 貯蔵期間 y^* の同等な条件式が得られる。すなわち、

$$f_2'(y) = e^{-(r+i)y} \cdot f_3'(z) + (r+i)e^{-(r+i)y} \cdot (f_m + f_3(z)) \quad (12)$$

である。

2.3 数値例

以上の最適性の必要条件について、数値例を基に検討してみる。表2には、ここで用いたコストデータを示している。コストデータは OECD/NEA 等の公開している国際的なデータを用いた。

また、評価の前提とした使用済燃料の特性データは、文献[5]において仮定したものと同様に、燃焼度 31,900 MWd/MTHM⁸のものとし、1回の

原燃サイクルバックエンドにおける貯蔵過程の数理的考察
取り替え燃料 24.5MTHM 中に Pu を 0.20t、うち核分裂性 Pu (Pu-239、Pu-241) を 0.14t 含有するものとした。その他、仮定した燃料特性については表3を参照されたい。燃焼度については、近年上昇傾向にあり、最新のものでは 45,000 MWd/MTHM 程度のもので実用に供されている。これら高燃焼度燃料に対する評価については、データが揃えば同様に実施可能である。本報告では、以上のデータ設定に基づいて、あくまで一例を示すに留める。

数値例では、Pu のリサイクル利用の効用については検討せず、(3)式の問題から効用 U を消去し、総費用最小化問題に帰着することで検討を進める。ただし、報告では Pu のリサイクル先として軽水炉 (いわゆるプルサーマル) のみを考慮することとし、さらに文献[5]で採用した評価指標である、対象プロセスの総費用を総発電量の現在価値 (もとのウラン燃料からの発生電力量に、MOx 燃料のリサイクル利用から得られる発生電力量に e^{-T} を乗じたものの和) で除した kWh 単価を評価指標に採用することにする。この手続きにより、Pu リサイクルの効用を部分的に表現するとともに、即時再処理・Pu リサイクル燃焼の場合に得られるプルサーマル発電電力量 (上記 0.14t の核分裂性 Pu から生成する MOx 燃料から発生する発電電力量) が、貯蔵中の時間経過に伴う Pu 核種組成変化 (Pu-241 の崩壊) によって減少する効果を加味しているが、反面、MOx 燃料に対するバックエンド費用を無視しているという問題点が残る。この手法の詳細は文献[5]に譲る。

まず、Pu 貯蔵についてであるが、式(12)の最

7 文献[4]においては、筆者らは国内データによる検証も試みている。しかし、その後国内燃料サイクル格段における処理コスト、貯蔵コストなどは (使用済燃料の中間貯蔵を除いて) 公開された情報がなく、現時点では国内データによる検証は不可能であると判断している。

8 Megawatt-day/MTHM。1MWd=24,000kWh、ただしこ

れは熱出力である。電力量に換算するには、発電効率を乗じればよい。

9 FBR 等へのより高度なリサイクルを含めて、どのようなリサイクル形態が最適であるか、あるいは戦略として正当化されるかについては、本報告の定式化におけるリサイクル利用の効用そのものに関わる本質的な問題である。ここではその議論には立ち入らないこととし、別の機会に譲る。

表2 数値例で用いたコストデータと出典

費用項目	表1との対応	設定	出典
SF貯蔵	$f_1(x)$	(51+5/yr) [\$ / kgHM]	OECD/NEA(1994) ¹¹
再処理	f_r	720 [\$ / kgU]	OECD/NEA(1994)
Pu貯蔵	$f_2(y)$	1 [\$ / gPu/yr]	OECD/NEA(1989)
MOx加工	f_m	800 [\$ / kgHM]	OECD/NEA(1989)
MOx貯蔵	$f_3(z)$	(無視)	
(SF直接処分：参考)	(f_d)	610 [\$ / kgU]	OECD/NEA(1994)

適条件と表2のデータより¹⁰、

(式(12)の左辺)

$$\begin{aligned}
 &= 1 \text{ [\$ / gPu / yr]} \times \alpha \text{ [gPu / MTHM]} \\
 &= 1 \times 7,874 \\
 &= 7,874 \text{ [\$ / MTHM / yr]}
 \end{aligned}$$

(式(12)の右辺)

$$\begin{aligned}
 &= (r+i) \times 800 \text{ [\$ / MTHM]} \\
 &\quad \times \beta \text{ [MTHM / MTHM]} \\
 &= (r+i) \times 800 \times 0.1468 \\
 &= (r+i) \times 117 \text{ [\$ / MTHM / yr]}
 \end{aligned}$$

となり、左辺が右辺をはるかに(数桁)上回る。すなわち、Pu貯蔵を1年延長することの費用増分が、MOx燃料成型加工以降を1年遅延させることによる費用低減を常に大きく上回るので、原問題においてはPu貯蔵は棄却され、常に、

$$y = 0 \tag{13}$$

となる。このとき、解くべき問題は、使用済燃料中間貯蔵期間の最適化問題に帰着する。

検証のため、 $T=20$ [yr] としたときに、使用

済燃料貯蔵、Pu貯蔵、MOx新燃料貯蔵のいずれかのみにより、20年間の時間調整をする場合を相互に比較してみる。たとえば、使用済燃料貯蔵20年のケースでは、使用済燃料は排出後に20年間中間貯蔵され、その後直ちに再処理、MOx燃料成型加工を経て原子炉に装荷されると考える。Pu貯蔵20年のケースは、排出後に中間貯蔵せず直ちに再処理し、回収されたPuを20年間貯蔵し、その後直ちにMOx燃料に加工し、原子炉に装荷するというものである。割引率(ここでは、一律の技術進歩率を加味した $r+i$ を割引率と呼ぶことにする、以下も同様)は、8%/年とおいた。

結果を図2に示す。Pu貯蔵のケースが棄却される要因は、既に述べたようにPu貯蔵の費用が高いことに加えて、使用済燃料貯蔵の条件式(11)における右辺の「再処理を1年遅延させることの費用現在価値の低減」が大きいことである。この要因が、使用済燃料貯蔵が選択される原因となっており、またMOx新燃料の貯蔵のケースが棄却されるのも同じ原因による。

次に、使用済燃料中間貯蔵期間 x について、その最適値が存在するかどうかをみてみよう。図3は、表2の費用データの下で、定義したシステム費用がどのように変化するかを、使用済燃料中間貯蔵の貯蔵年数に対して1年毎に計算し、プロットしたものである。割引率が0のときは、ある費用がどの時点で発生しても同じ現在価値を持つため、現在価値で判断する際に費用の支出時点を選択することが意味をなさない。

10 ただし、ここでの数値比較においては、貯蔵の間の時間経過に伴う燃料価値の低下については複雑になるので省略した。Puの崩壊反応による価値の低下は後者(右辺)のほうが大きく作用するので、式(12)の両辺の比較結果には影響しない。

11 OECD/NEA(1985)の設定(40+4/yr)を、評価時点の差異で調整している。出典については[6]-[8]を参照されたい。

表3 仮定した燃料特性[5]

		LWR	LWR (Pu-thermal)	
			UO ₂ 燃料体	MO _x 燃料体
電気出力 [MWe]		1,000	1,000	
熱効率 [%]		34.0	34.0	
比出力 [MW/t]		38.3	38.3	
燃焼度 [Mwd/t]		31,900	31,900	
炉内滞在時間 [yr]		3.0	3.0	
炉内燃料バッチ数		3	3	
装荷燃料	重 金 属 [MTHM]	25.4	17.5	7.99
	ウ ラ ン [t]	25.4	17.5	7.46
	Pu [t]			0.53
	核 分 裂 性 Pu [t]			0.30
	ウラン濃縮度 [%]	3.20	3.20	0.71
取出燃料	重 金 属 [MTHM]	24.5		
	ウ ラ ン [t]	24.5		
	Pu [t]	0.20		
	核 分 裂 性 Pu [t]	0.14		
	ウラン濃縮度 [%]	0.90		

注：表3から、定式化における係数を計算すると、

$$\alpha(0) = 0.20 \cdot 10^6 / 25.4 = 7,874 \text{ [gPu/MTHM]}$$

$$\beta(0) = (0.14/25.4) / 0.30 \cdot 7.99 = 0.1468 \text{ [MTHM/MTHM]}$$

となる。

この場合は、再処理の実施を前提とした定式化の下での最適戦略は、即時再処理を行うというものとなる。ただし、再処理の是非そのものを問う問題設定の場合には、別途の検討が必要である。

割引率が0でない値を取るとき、使用済燃料の中間貯蔵期間に最適値が存在し、しかもその最適貯蔵期間（年数）が割引率の値によって変化し得ることが、図3に示唆されている。

なお、図3において、貯蔵期間 $x=0$ の場合すなわち縦軸との切片は、特異点となっている。貯蔵コスト関数の形状に貯蔵期間の長短に依存しない定数項（表2における51[\$/kgHM]）が存在するためであり、取扱いに注意を要する。図3に示されるように、割引率($r+i$)が図示した範

囲の値を取る限り、 $x=0$ の点が最小となることはない。

図3では、($r+i$)の数値として0, 4, 8%のケースを示しているが、8%から4%に減少させると、最適な貯蔵期間は31年程度から42年程度に伸びている。さらに割引率を低下させると、ある値でコスト最小が消滅するか、縦軸との切片の値を上回るようになる。その前後で、解は「無限期間の貯蔵」から「即時再処理」へと180°の転換を生じる。単純な問題設定にも関わらず、このような不安定性を有していることには注意を要する。

図4では、一律の技術進歩率の仮定条件を外した上で、再処理技術にのみ技術進歩係数を考慮した場合である。再処理技術に研究開発効果が期待できるほど、最適な貯蔵期間は短くなり、より早期の再処理を促している。この結果は、再処理の技術進歩が早く進展するほどに、再処理の実施を正当化できるレベルにより早期に到

12 ただし、この結論はあくまでも表2に示す前提条件に基づく数値例について導かれるものであり、一般に最適な貯蔵期間が存在するという保証はない。この点については、3.2節でより詳細に論じる。

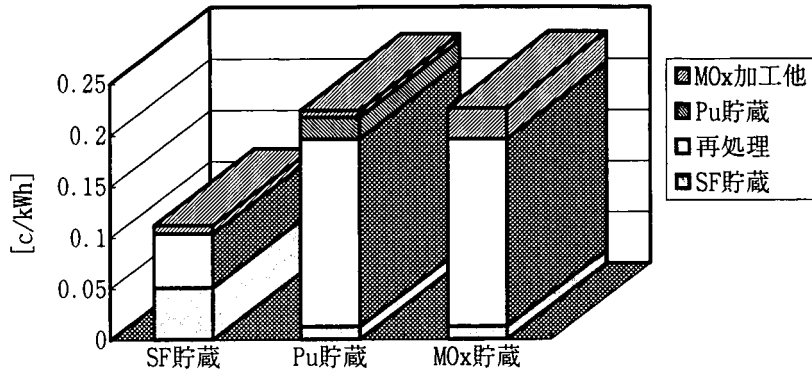


図2 T=20年を各々単独の貯蔵オプションで調整する場合の比較 (r+i=8%)
(注) SF貯蔵：使用済燃料貯蔵

達すると解釈することができる。この点からも、使用済燃料の最適な貯蔵期間は多くの条件の相関によって決まり、この意味で綿密な戦略策定が求められると言える。

図5は、参考までに、使用済燃料の直接処分を行うケースについて評価している。実は、(1),(2)式の定式化は使用済燃料を直接処分する場合においても基本的に等価であり、再処理を表すサフィックス r を直接処分の d に付け替え、Pu貯蔵以降の過程を無視することにより、同等

の最適化問題を得る。この場合、最適解の条件も以上の式展開と同様のものとなり、貯蔵を1年延長する費用増分と、処分を1年遅延することの費用現在価値の低減（その本質は、割引きの効果と、技術進歩効果とから成る）が等しくなるというものである。図5は、表2の費用データの下に、処分の場合の最適貯蔵期間の存在を示唆している。直接処分の場合であっても、使用済燃料を貯蔵することで得る時間余裕がシステム全体に正の効果（便益）をもたらし得る

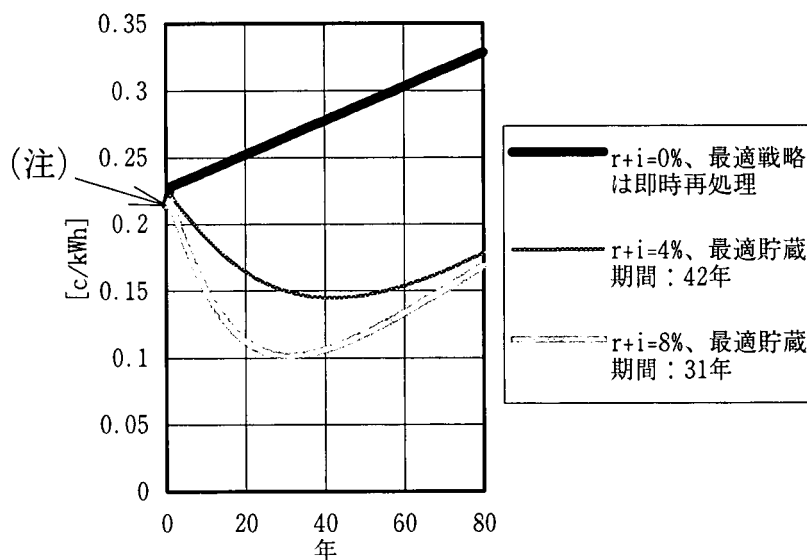


図3 使用済燃料中間貯蔵の最適貯蔵期間と割引率の影響
(注) 縦軸切片の値は、0.2137

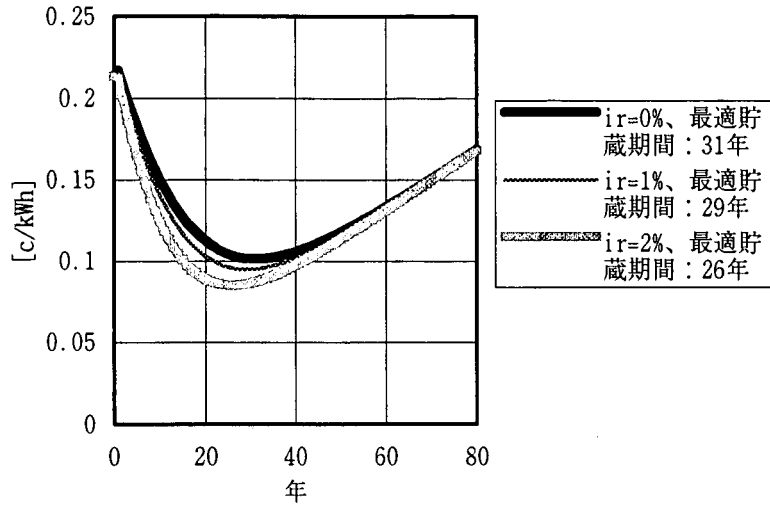


図4 再処理の技術進歩の効果

のである。

3. 考察

3.1 使用済燃料貯蔵の意義

筆者らは、従来より、使用済燃料の中間貯蔵の意義として次の2つの面を指摘してきた[9]。すなわち、至近時点ないし将来時点において、使用済燃料管理に何らかの措置を迫られることが不可避であり、適切な対策の立案が緊急に求められているという「現実の状況から来る必要性」、及び原子力開発利用の計画全体の最適な

方向性から要請されるという「原子力計画上の最適選択」である。

ここでは、後者についてより掘り下げて考えてみたい。後者の意味で中間貯蔵が選択されることの意義としては、「原燃サイクル技術を国産技術として成熟化させるための時間余裕を得る」ことが挙げられる。原燃サイクルを国産技術をもって完結させることは、単にわが国原子力開発の永年の念願であるに留まらない。原子力エネルギーが今後国際的なエネルギー財に展開していき、プラント技術のみならず燃料サイ

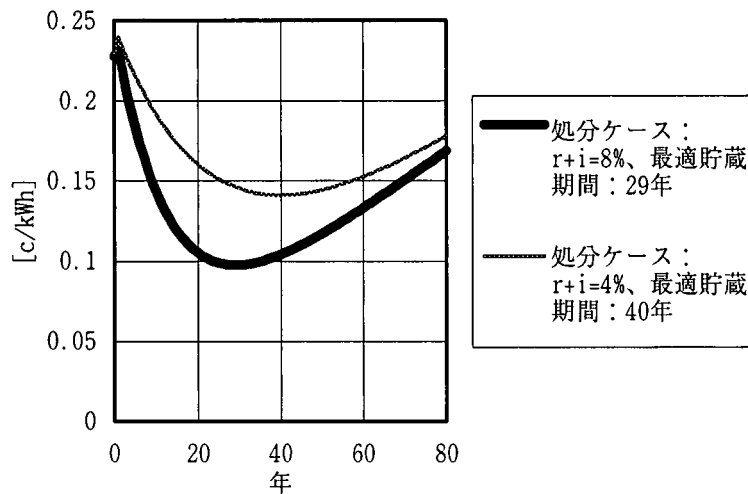


図5 直接処分の場合

クルサービスも国際市場において活発に取引されていくとすれば、国産技術の価格競争力を高めることは重要な急務である。また、国際情勢次第では、今後急成長が予想されるアジア諸国を中心に、日本の技術を積極的に供与していくことが必要となる可能性もあろう。

さらに、貯蔵による時間余裕は、より革新的な技術の研究開発と導入、あるいは逆に従来戦略からの撤退といった思い切った施策、決断を含めて、戦略の見直し・修正あるいは放棄のための検討評価のために供されるべきである。

将来に向けての不透明性が高まっている現在、不確実性への対処の一方途としての使用済燃料貯蔵の重要性は一層増していると考ええる。

3.2 使用済燃料貯蔵コストと貯蔵期間の関係

本報告で示した式展開において、図2~4のような貯蔵期間の最適値が出現するメカニズムは、基本的に使用済燃料貯蔵コストの貯蔵期間に対する依存性に起因する。

本報告では、表2に示した OECD/NEA の設定を用いている。その元となるのが、文献[8]における $(40+4/yr)[\$/MTHM]$ という設定である。

ここではこの貯蔵期間依存項 $(4/yr)$ を、1年の貯蔵期間延長につき、当該の延長された1年間毎に $\$4$ ずつ支出される、すなわち貯蔵開始時の基準時点現在価値でみれば $\$(4 \cdot e^{-rt})$ が延長に対する増分（従って、(11)式の左辺に相当）であると解釈せず、設計変更その他の理由により基準時点現在価値で $\$4$ の増加があることを意味している、との解釈に立っている。もし前者の解釈に立てば、(11)式の左辺の値は割引き項 (e^{-rt}) を乗じる分小さくなり、上記数値例で示した最適な貯蔵期間はより大きくなるか、場合によっては最適値が存在しないことになる。

ただし、その場合でも、貯蔵以降の過程に技術進歩を期待する場合には、貯蔵期間の最適値が存在する可能性がある。この意味で、貯蔵をバックエンド全体の研究開発との関連で捉え、最適な戦略立案を図ることの重要性を一層強調したい。

現実的には、貯蔵期間を1年延長することに伴う追加コストは、さほど大きなものになるとは考えにくい。水プール貯蔵の場合には、冷却水の循環動力や水質管理などの通常の運転経費がかかるが、その貯蔵コスト全体に対する比率は大きくはない。ましてや、金属キャスク貯蔵などの乾式貯蔵で自然空冷方式の場合には、追加的な経費はモニタリング等極く限定的なものとなろう。

ただし、貯蔵施設の使用年数の経過に伴って、設備の一部ないし全ての更新が必要となるような場合には、追加費用が一時的かつ不連続に急上昇することがあり得る。言い換えれば、より現実的な状況下では、貯蔵施設自体の耐用年数あるいは主要機器・設備の更新の時点が、貯蔵から次の過程に移行する一つの契機となり得ることが示唆される。

3.3 今後の課題

本報告では、最大限に単純化した問題設定により議論を進めたため、考慮から抜け落ちている要因が多く存在する。

まず何よりも、使用済燃料は単年に1単位発生するのではなく、実際には毎年様々な量の排出が起り、またその組成や様態も様々である。さらに、再処理にしても貯蔵にしても、随時必要な量のサービスの供給が得られるというわけではなく、国内設備についてはその設備設置・運用計画、海外供給については国際市場動向に

13 Pu貯蔵が棄却され、かつ再処理に技術進歩がない場合には、(11)式の右辺が再処理コストの割引要因 $r \cdot e^{-rt} f_i$ のみとなるので、式(11)の両辺が一致する t が

$(f_i'(t) = r f_i)$ でない限りにおいて)存在しない。その場合は、割引率が極端に小さい(1%以下)場合を除いて、長期貯蔵が選択されることになる。

についての配慮が必要である。もとより、使用済燃料管理の問題は、そうした需給両面のダイナミックな連携の下に解くべきものであり、今後はより現実的な状況想定の下に戦略策定を図る方法論の構築を目指していきたい。

また、本報告の定式化においては、技術進歩効果について単に時間経過によって自動的に進歩が図られるとするに留まった。これに対して、技術進歩を経験の蓄積による「学習効果」として定義し、累積の生産量あるいは設備設置量に対して費用低減が発生するとの定式化があり得る。原燃サイクルバックエンドにおける技術進歩の発現メカニズムの検証と問題解法への反映は、最優先の課題である。

さらに、上記の現実的な文脈の下での戦略立案については、具体的な設備設置計画問題を解く上で、規模の経済性（大型設備を初期に少数設置する場合）と学習効果（小型設備を随時多数設置する場合）とのトレードオフが発生し得る。これらの要因は、最適化問題において非線型性をもたらすため容易な課題ではないが、重要な研究課題であると認識している。（使用済燃料貯蔵におけるこれらの支配要因については、文献[10]で検討を加えている。）

4. おわりに

本報告では、最も単純化した形で使用済燃料管理の最適化問題を定義し、最適解の必要条件を分析した。考察に述べたように、本報告の内容だけで実際の使用済燃料管理政策が描き出せるわけではなく、今後も発展と肉付けを加えていく必要がある。

しかしそれでも、使用済燃料貯蔵が「やむに止まれず」緊急避難的措置として実施されるだけでなく、全体の戦略の中での最適解として選択される可能性が示されたことは、今後のバックエンド政策の立案と展開を進める上で重要である。ことに、貯蔵の後の過程の技術開発研究

原燃サイクルバックエンドにおける貯蔵過程の数理的考察

との兼ね合いで貯蔵期間の最適値が選択され得ることは、拙速を避け状況変化を見極めながら適切な措置を適切な時期に実施していくという、貯蔵を軸とする戦略の最大の長所を鮮明に描き出していると言える。

今後は、より現実的な文脈の下で、使用済燃料管理戦略の立案の体系的な方法論の構築に展開していきたい。

謝辞

本論文をまとめるにあたり、編集委員および匿名の外部査読者から有益なコメントを戴いた。ここに深く感謝の意を表したい。

【参考文献】

- [1] 原子力委員会、原子力開発利用長期計画、1987年。
- [2] 原子力委員会、原子力の研究・開発・利用に関する長期計画、1994年。
- [3] IAEA, Future Fuel Cycle and Reactor Strategies, Key Issue Paper 3 for the International Symposium on Nuclear Fuel Cycle and Reactor Strategy: Adjusting to New Realities, 3-6 June, 1997, Vienna, Austria.
- [4] 長野、原燃サイクルバックエンドにおける貯蔵過程の数理的考察、(社)日本原子力学会平成9年秋の大会予稿集 No.E81、1997年。
- [5] 今村、長野、プルトニウムリサイクル過程における貯蔵の選択、電力中央研究所研究報告 No.Y90003、1990年。
- [6] OECD/NEA, The Economics of Nuclear Fuel Cycle, OECD, Paris, 1994.
- [7] OECD/NEA, Plutonium Fuel: An Assessment, OECD, Paris, 1991.
- [8] OECD/NEA, The Economics of Nuclear Fuel Cycle, OECD, Paris, 1985.
- [9] 三枝他、使用済燃料の原子力発電所構内キャスク貯蔵技術の評価、電力中央研究所総合報告 No.U27、(財)電力中央研究所、1993年。
- [10] Nagano, K., An Economic Analysis of Desired Spent Fuel Management and Storage, paper submitted to PBNC'98: 11th Pacific Basin Nuclear Conference, Banff, Canada, May 3-7, 1998.

（ ながの こうじ
電力中央研究所 経済社会研究所 ）

財政政策は有効か？

—マクロ経済と財政赤字について—

Are Fiscal Policies Still Efficient?

-On the Macroeconomy and Fiscal Deficit-

キーワード: 財政政策、財政赤字、ケインジアン、新古典派、リカード中立性

加藤 久 和

経済環境が再び悪化するなか、公共事業や減税による景気刺激策が議論されている。一方、巨額の財政赤字を抱えた財政を立て直すために、財政構造改革もまた進行中である。景気対策としての財政政策は、はたして現在もなお有効なものであろうか？近年のマクロ経済学では、財政政策の有効性に関して異なるいくつかの見解がある。これを大別すると、ケインジアン、新古典派及びリカード中立性の三つになるが、本稿ではそれぞれの主張を整理するとともに、その他に最近注目されている政治経済学的な枠組みの中から財政赤字の原因を探るアプローチについて紹介を行なう。さらに、近年のわが国を対象とした財政政策の有効性に関する実証分析を行い、ケインジアン、新古典派及びリカード中立性それぞれの主張の成立可能性を探る。

- はじめに
- 財政政策の有効性と財政赤字に関する見方
 - ケインジアン
 - 新古典派
 - リカード中立性あるいは超合理主義
 - 政治経済学的視点からの財政赤字の解釈

- 実証分析からみた財政政策の有効性
 - 公共投資乗数の低下
 - Kormendi-Boskin 型消費関数の推定
 - リカード中立性の検証
- おわりに

1. はじめに

経済環境が再び悪化しつつある現在、財政出動あるいは大型減税による景気対策といった政府の裁量的な財政運営を求める声が高まっている。その一方で、橋本政権が掲げた財政構造改革もスタートを切り、平成9年11月には財政構造改革法案も成立した。過去を振り返ると、バブル崩壊による歴史的なリセッションに対応するため、大規模な総合経済対策が92年度以降5回にわたって実施された¹。その結果、不況による税収不足とあいまって財政赤字の拡大を再度招き、平成7年度の中央政府の財政赤字は対 GNP 比で 4.2%にのぼ

り、また国債残高も平成9年度末では 250 兆円を超える見込まれている。このような財政赤字の拡大や国債残高の累増が財政構造改革の動機であることは周知の事実である。

政府の財政政策は、はたして現在でも有効なものであろうか。教科書的なケインズ政策の有効性が低下してきたといわれる反面、政府主導の景気安定政策を主張するエコノミストなども多い。本稿は、近年のマクロ経済学の潮流を踏まえた上で、財政政策の有効性についての議論を整理し、またわが国の実証分析例を紹介することを目的とするものである。

第2章では、ケインジアン、新古典派及びリカード中立性といった異なる三つの立場からの財政赤字とそのマクロ経済への有効性に関する議論を整

¹ 補正予算が組まれた対策のみをカウントしている。

理する。また、最近注目を浴びている財政赤字の原因に関する政治経済学的な見方について簡単なサーベイを行った。第3章では、わが国における乗数効果の低下を巡る議論を考察するとともに、財政政策の効果に関する実証分析例を紹介する。

2. 財政政策の有効性と財政赤字に関する見方

財政政策をめぐる議論には様々な立場が混在している。その背景には、例えば政治的な立場や所属する組織上の論理などが絡み合っていることが推察されるが、純粋に経済学的な視点からのみ分類すれば、以下の三つの立場に大別することができる²。

最初に言及しなければならないのは財政政策を景気安定化手段の主要な柱とするケインジアンである。わが国においても、依然としてケインジアン³の立場をとる多くのエコノミストが存在する。一方で、ケインジアン的な有効需要政策を批判する立場から、新古典派と呼ばれる経済学者の一群がいる。彼らは、市場の調節手段を重視し、政府の市場に対する介入の意義をケインジアンほどには認めていない。第三の立場として、これはやや少数派ではあるものの、政府の政策は民間経済に対してまったく中立であると主張するリカードイアン(新リカード派)と称される経済学者がいる。その代表者は R.Barro であるが、いわゆる合理的期待形成学派の多くがこれに含まれると考えられる。この他にも、財政赤字の主因を政治システムや選挙制度などに求める立場もあるが、これについては2.4節で紹介を行なう。

2.1 ケインジアン

「ケインジアン」という名称で一括りにすることはや

財政政策は有効か？—マクロ経済と財政赤字について—

や乱暴かもしれないが、政府の財政政策を積極的に支持し、かつ財政赤字の存在を認めつつも、そのマクロ経済へのプラス効果の利益を主張する経済学者の立場がある³。わが国でもケインジアン³の立場をとるエコノミストは多い。

ケインジアンは経済の調整機能を、価格ではなくむしろ数量に求める。有効需要の大きさがその経済の規模を決定し、有効需要の変動が景気循環をもたらすと考える。すなわち、市場に失業や未利用の資本ストックが存在するとき、政府は財政赤字を出しても政府支出を増やし、総需要を高めることによって雇用の増大や資本ストックの稼働率を上げることができると主張する。政府の立場からみれば、政府は市場に介入し、積極的に財政政策を行い、景気をファイン・チューニングすることがその役割であるとするものである。

不況期における景気刺激策の発動時には、一方で税収不足という状況を抱えているわけであるから、政府支出の増加はすなわち財政赤字の増加を招く。しかしながら、景気が刺激され、経済そのものがより高い成長率の経路を達成できれば、当初の財政赤字は税収増加によって相殺されるとして、積極的な財政支出を促す。

このような標準的なケインジアンによる景気刺激策については、他の立場からの批判がある。とりわけ、後述するリカードイアンからは、長期的にみれば、財政赤字によって現在の所得が増加したとしても、政府債務がそのために増大すれば、将来の増税に備えて所得の増加分を貯蓄にまわすから消費にはまったく影響しないとの主張がある。

一方、Eisner(1989)らのケインジアンは、現在の消費は現時点の資源によって供給されるものであり、将来の負担あるいは将来からの借入によるものではないとの反論がある。さらに、政府債務は民間

² 以下では、Yellen(1989)、Gramlich(1989)、Velthoven et al.(1993)、Barro(1989b)等を参照した。

³ 近年では、New Keynesian として、価格の硬直性を伝統的な名目賃金の下硬直性ではなく、企業が価格を変更する際にコストがかかる(メニュー・コスト)ことから説明する立場が主流であるが、財政政策への態度は概ね、伝統的なケインジアンと同様である。

によって保有されているのであるから⁴、個人の実質的な資産は増加し、そのことが個人の予算制約を上方にシフトさせ、高い成長を生み出すと主張している。すなわち、政府債務はまさに、"Government bonds are net wealth."なのである⁵。

2.2 新古典派

新古典派という区分けもやや曖昧なものであり、その中には比較的ケインジアンに近い立場の主張から、一方で合理的期待形成学派そのものをも新古典派の範疇に含めるとするものまである。しかしながら、新古典派の主張としては、以下のようなBernheim(1989)による見方が代表的であろう。

新古典派をケインジアンに比較して取り上げるならば、新古典派は経済の調整機能を価格に求める。すなわち、新古典派はミクロ経済学が伝統的に重視する立場をとるのである。

一方、新古典派が想定する代表的な個人は有限の寿命を有しており、消費・貯蓄の計画は現在のみを考慮するという近視眼的なものではなく、ライフサイクル全体を通じたものであると考える。そして、ライフサイクルにおける予算制約の下で、代表的個人はその効用関数に基づく最適な計画を立てるといふものである。ここで、現在時点において、政府支出が公債発行により増加した場合を考えてみよう。増大した政府債務はいつの日にか、増税という形で支払いがなされなければならない。もし、税を現在の世代、すなわち公債発行により政府支出の恩恵を受けた世代が支払うならば、彼らは将来の増税を見越して政府支出の増加によって増えた所得を貯蓄にまわし、消費そのものを増加させることは行なわないであろう。しかしながら、もし増税が将来の世代、すなわち子孫の世代によって支払われるならば、現在の世代にとってみれば

ライフサイクルを通じた所得の増加が実現されているわけであるから、消費を増やすものと考えられる。したがって、財政政策の有効性は、政府が誰に"つけ"をまわすかに依存することになる。

また、市場がうまく機能しており、資源(資本ストックや労働力)が完全利用・雇用されていれば、財政政策による政府赤字の増加は、公債発行に伴う利子率の上昇をもたらす(クラウディング・アウト)、したがって投資及び輸出を減少させる。言い換えるならば、政府支出の増加は現在の消費を増加させる可能性がある一方で、投資の減少による資本蓄積の鈍化を通じて将来の消費を減少させることになる。新古典派は主張する。さらに、新古典派によれば長期的な視点に立てば、価格こそが市場の調整機能を担っているものであり、ケインジアンが主張する数量による調整はあまりにも近視眼的すぎると批判している。

なお、新古典派の見方をさらに進め、景気循環そのものを外部的なショック、例えば技術革新や資源価格の上昇といったショックで説明し、景気の変動は市場のある均衡状態から他の均衡状態への変化の過程にすぎないとする「実物的景気循環論」の考え方も1980年代以降、新古典派の立場の中で主流になりつつある。もし、この実物的景気循環論の立場にしたがうならば、景気循環そのものは均衡の連続過程にすぎないから、政府はまったく手を出す必要がないという、ケインジアンと180度異なった主張になる。

2.3 リカーディアンあるいは超合理主義

リカーディアンあるいは新リカード派という言葉自体あまりポピュラーではないかもしれない。リカードを冠したこの立場を現代に蘇らしたのはBarro(1974)による画期的な論文であった⁶。

⁴ 議論の前提には封鎖経済の仮定がある。

⁵ Barroは1974年の論文"Are Government Bonds Net Wealth?"でリカード中立性の議論を精緻化した。ここではそのタイトルをもっている。

⁶ Barro(1974)でリカード中立性の議論を世代を超えた範囲にまで拡張した。わかりやすい解説についてはBarro(1989a)、(1989b)等を参照されたい。

表1 ケインジアン、新古典派及びリカードィアンの比較

	調整プロセス	前提された期間	財政政策	政府の介入
ケインジアン	数量による調整	短期・中期	有効	積極的介入
新古典派	価格による調整	ライフサイクル	一部有効	基本的には不要
リカードィアン	価格による調整	利他主義・無限	無効	政府は中立

代表的個人の生涯の中で、公債発行と増税がともにあるならば、個人のライフサイクルを通じた予算制約に何ら影響を及ぼさないとする考え方は新古典派の見方そのものであり、これは「リカード中立命題」として、教科書にも登場するほどよく知られている。しかし、Barro は、現在世代と将来世代が遺産を通じて密接に結び付いており、現在世代が公債発行によるライフサイクルでみた所得の増加という利益を得ても、将来世代が増税による負担を強いられることから、利他主義によって増税分に相当する遺産を増加させ、その分貯蓄を増やすから、公債発行は個人の消費に影響を及ぼさないと主張した。利他主義(Altruism)による子孫との結び付きによる世代間のリンクを強調することから、Barro のモデルは王朝(Dynastic)モデルと呼ばれる。

貯蓄についても、公的貯蓄が財政赤字の増加によって減少しても、それを見越した代表的個人が自らの貯蓄を増加させ、その結果民間貯蓄が増加し、政府貯蓄の減少を相殺するから国民貯蓄全体は影響されない。こうした政府の施策そのものが、民間に影響を及ぼさないとする一連の主張は広く「バローの中立命題」として整理することができる。

Barro の主張を認めれば、財政政策はマクロ経済に何ら影響を及ぼさない。しかしながら、現実にバローの中立命題が成立しているかどうかは疑問である。詳細にはふれないが、理論的視点からは、子孫との繋がり、非現実性、遺産・贈与の動機、前提とされる世代間の効用関数の加法分離性の

適切性など多くの批判が新古典派からなされている⁷。加えて、現実の経済との関連では、「バローの中立命題」が成立するために必要な条件である、資本市場の完全性(流動性制約がない)や歪みのない(すなわち、異時点間の消費の代替に影響を及ぼさない)税制といった前提が、実際には成立していないなどの批判もある。

2.4 政治経済学的視点からの財政赤字の解釈

2.4.1. Fiscal Illusion

財政赤字がなぜ生じるのか、といった問題を経済的な枠組みのみならず政治的な視点から分析した古典的な例としては Buchanan and Wagner (1977) による財政支出に対する幻想(Fiscal illusion)や Nordhaus(1975)による Political Business Cycle が有名である。最近では、こうした立場から財政赤字の原因を探る研究も盛んになりつつある。この節では政治経済学的な枠組みから財政赤字を捉えた先行研究について概観する⁸。

財政赤字の原因として従来から指摘されていた Fiscal illusion は、わが国の最近の財政構造改革と景気対策をめぐる議論を判断する場合にも有効な指針であろう。Fiscal illusion とは、国民(選挙民)が政府の異時点間の予算制約を理解しておらず、赤字を伴う予算内容に対して現在支出による利益を過大に評価し、将来の債務を過小に評価することである。そのため、将来の債務を十分に考慮しないことから、過大な政府支出をもたらす財政赤字

⁷ この点については Bernheim(1987)が詳しい。この論文の財政赤字に関する議論には他に興味深い点が多い。

⁸ この分野では、例えば Alesina and Perotti(1995)が有益なサーベイを与えている。

を生むことになる。ケインズ政策による景気刺激策をあまりに過大に評価することも、いわば Fiscal illusion の一種であると言えよう。とりわけ、政治家は景気後退期には喜んで財政赤字を出す、しかし好況になっても黒字を生み出すことを喜ばないという、いわばケインズ政策の非対称性がしばしば指摘されている⁹。さらに、政治家は選挙の際に税収以上の支出を公約し、選挙民の Fiscal illusion を利用しているとの指摘もある。また、Buchanan and Wagner(1977)は、税制が複雑になるほど将来の債務償還に対する評価が難しくなり、Fiscal illusion の度合いが強くなるとしている。

一方、世代間の資源再配分における利己主義が財政赤字をもたらすという主張もある。Cukierman and Meltzer(1989)などでは、もし現在世代が利己的であれば、選挙を通じてより自分達の世代に有利になるように資源配分を行い、その結果生じた財政赤字は将来世代にまわすと論じている。すなわち、財政赤字は将来世代への負の遺産として残されるのである。

2.4.2. “政治ゲーム”と財政赤字

最近、注目されている視点は“政治ゲーム”による財政赤字の分析である。例えば、Alesina and Tabellini(1990)では異なる時点で政権を占める政治ゲームが最適な課税規模以上の政府支出をもたらすという主張を行っている。例えば、Defence 党と Welfare 党の二大政党が存在するとして、Defence 党が政権にあるとき、多額の支出を公債発行で賄うとする。次期、もし Welfare 党が政権に就いたとしても、Defence 党による赤字に苦しみ Welfare 党自身の政策を実行することが困難になる。一方、Welfare 党が自らの政策を実行するにはさらなる公債発行が必要であり、財政赤字はさらに膨れることになる。Persson and Svensson(1989)も同様な議論を展開している。大きな政府を志向する

政党(High spender)と小さな政府(Low spender)が存在するとき、High spenderが予算を膨らませれば、Low spenderも公債発行を余儀なくされる。なぜなら、Low spender への政権交代後は彼らの主張が小さな政府であることから、税率引き下げの方向に動き、その結果前政権(High spender)の予算を実行するためには公債を發行せざるを得なくなるからである。また、Aghion and Tabellini(1989)は、右翼政府は全人口の多くが債務を負うように公債を發行し、左翼政府は金持ち層にデフォルト・リスクを持たせるように公債を發行する傾向があるとの分析を行っている。

政治ゲームに関する実証分析も実際にいくつか行われている。Tabellini and Alesina(1990)では、クロスカントリーのデータから先進諸国(OECD)では、政府の交替と政府債務の大きさには関連があると結論している。また、Roubini and Sachs(1989)でも政治的な変数と財政赤字の指標には関連があると報告している。例えば、多党連立政権で、政権の継続期間が長いほど財政赤字の増加幅は大きい一方、1975-80年の間に3年以上政権が続いた国では財政赤字の対GDP比率は3%を超えていない、などである。

わが国において、このような政治ゲームがどれだけ財政赤字を生み出したかを、他国と同様に議論することはできないであろう。戦後、政権交代そのものがほとんどなく、また、自民党単独政権が崩壊してまだ数年しかたっていない。しかしながら、財政赤字の原因を政治と行政(大蔵省)の関連、あるいは政治内部(例えば自民党内の派閥)から分析する視点も考慮されていくべきであろう。

2.4.3 Tax and Spend or Spend and Tax ?

Furstenberg et al.(1986)は税率の変化と政府支出の変化のタイミングを分析し、税率と支出の変化はどちらが原因でどちらが結果であるかについての考察を行っている。もし、税率の変更が政府支出の変更より先に決定されるのであれば収入を

⁹ 例えば加藤(1997)では、これが政府債務の持続可能性を失わせる原因になったと分析している。

基準とした財政運営がなされていることの証左であるが、しかし政府支出が先に決定されているのであれば、支出に合わせて収入が調整されていることになる。Furstenberg et al.(1986)では米国の四半期データから景気循環の影響を除去したデータを作成し、VARモデルによって上記の事実の確認を行った。その結果、米国では政府支出が事前に決定され、その支出に合わせて税率が変更されているとの結論を得ている。

わが国を対象とした同様な実証分析はないが、予算が政治主導型で決定され、もしこれに見合った税収見積もりがなされる(政府経済見通しが民間による経済予測と乖離しているという意味で決定される)のであれば、米国と同様の結果が得られるであろうと推測される。

3.実証分析からみた財政政策の有効性

第2章では、ケインジアン、新古典派及びリカードイアンそれぞれの財政政策の有効性に関する議論を整理した。本章では、わが国を対象とした実証分析事例から、財政政策の有効性を考察し、それぞれの主張の成立可能性を探る。最初に、計量経済モデルによる公共投資乗数の低下傾向が見られることから、その原因を考察する。次いで、Kormendi-Boskin型消費関数の推定を通じて、財政赤字の消費刺激効果の検証を試みる。最後に、ケインズ政策と対極にあるリカード中立性の成立可能性に関する実証分析事例を検討する。リカード中立性が成立しているか否かという点は、一方でケインジアン的な財政赤字政策の有効性を確認する上でも重要な論点となる。その意味におい

財政政策は有効か？—マクロ経済と財政赤字について—
て、リカード中立性に関する実証分析を行なうものである。

3.1 公共投資乗数の低下

表2は、経済企画庁経済研究所の計量経済モデルで算出された公共投資乗数(名目値、初年度のみ)を示したものである。モデルの推計期間が近年になるほど、モデルの乗数が低下していることが見てとれる。1957～71年では公共投資の1単位の追加は、初年度で2.27単位の需要を創造していたのが、1966～82年では1.47単位の重要創造とほぼ2/3に低下している。また、1983～92年では1.32単位へとさらに低下している。

浅子(1997)は、この乗数の低下の原因として次の6つの点を挙げている。すなわち、クラウドイング・アウト効果、リカード中立性の成立、マンデル・フレミング効果、輸入性向の増大、政府支出の内生性の上昇、有効需要不足経済への移行に伴う効果、である。その他にも様々な要因が考えられるが、とりわけ浅子(1997)が指摘した要因のうち、財政との関連から最初の三者を取り上げてみよう。

クラウドイング・アウト効果とは、前章においても説明したように、財政政策が公債発行によって賄われる場合、市場の利子率が上昇し、これが民間投資を圧迫するというものである。こうした効果に加え、新古典派が主張するように、現時点の国民経済全体の資源が有限な限り、財政政策によって公共投資が行われるならば、同時点において民間が活用可能な資源が減少することになる。これもまたクラウドイング・アウト効果と呼ぶことができよう。その究極の場合がまさにリカード中立性を意味する。すなわち、政府支出と民間支出が完全に代

表2 公共投資乗数の低下(経済企画庁モデル、名目、初年度)

モデル名	パイロットモデル	第2次世界経済モデル	第5次世界経済モデル
推計期間	1957～71年	1966:1～1982:1四半期	1983:1～1992:4四半期
乗数	2.27	1.47	1.32

出所：図説日本の財政、平成9年度版

替的であれば、政府による財政政策を通じた支出は、これとちょうど同じ額だけの民間消費・投資を減少させることになる。したがって、リカード中立性に関する実証分析の結果は、一方でクラウディング・アウト効果に対する検証でもあることになる。

マンデル・フレミング効果とは、財政支出の増加が為替レートを切り上げ、これが外需を減少させるという経路を通じて、財政政策による景気刺激の効果を減少せしめるものである。詳細な実証分析を行なっていないが、公共投資乗数の低下が80年代以降生じていることと、変動相場制移行後の円高基調との間に何らかの関係があることをマンデル・フレミング効果は示唆している。

3.2 Kormendi-Boskin 型消費関数の推定

財政政策の効果、とりわけ財政赤字の消費刺激効果については、消費関数を直接に推定し、そのパラメータを検証することで分析を行なうことができる。ここでは、Kormendi(1983)、Boskin(1988)らによって利用された消費関数を用いることとする。米国では、Kormendi-Boskin 型消費関数を利用した財政赤字の消費刺激効果に関する実証分析は相当数にのぼっている。しかしながら、わが国では、本間他(1987)でこれに準じた実証例がある他は、近年までのデータを用いた検証事例は見当たらない。

本稿における実証分析で利用する消費関数のタイプは、Bernheim(1987)によって提示された一般的な定式化である(1)式を用いる。

$$C_t = \alpha_0 + \alpha_1(Y_t - T_t) + \alpha_2(T_t - G_t - r_t D_t) + \alpha_3 G_t + \alpha_4 D_t + \alpha_5 W_t + \varepsilon_t \quad (1)$$

C は実質民間消費、Y は実質所得、T は税金、G は移転支出を含む政府支出、 rD は政府債務の利子支払額、D は政府債務、W は民間資産である。

実証分析にあたっては次のデータを用いた。データ期間は1970-94年である。実質民間消費は経済企画庁「国民経済計算」における年度ベースの

民間最終消費、また民間最終消費デフレータを用いて実質民間貯蓄を推計し、その合計を可処分所得(Y-T)とした。税金については歳入から公債金収入を差し引いた額とした。また、政府支出については国債費を除く歳出額としている。いずれも決算ベースの値であり、大蔵省「財政統計」からデータを得た。政府債務及び利子支払額は大蔵省「国債統計年報」のデータを用いた。税金から政府支出及び政府債務の利子支払額を除いた(1)式右辺第三項は財政赤字を表わす。民間資産については、経済企画庁「国民経済計算」の家計純金融資産の額から政府債務の内国債の民間保有分を除いた値を用いた。なお、各変数の実質化については民間消費等を除き、GDP デフレータを利用した。

Kormendi-Boskin 型消費関数によって、ケインジアンが主張する財政赤字による消費刺激策が有効であるか、それとも Barro 等の主張する政府の施策の中立性(あるいは無効性)が成立するかを検定することが可能である。もし、ケインジアンが主張するように財政赤字に純粋な景気刺激効果があるならば、 $\alpha_2 = 0$ が成立する。なぜなら、税金の項(T)に係る係数を整理すると $(\alpha_2 - \alpha_1)T_t$ となり、もし減税による財政赤字の増加が所得増加とまったく同じ効果を持つには、 T_t に係る係数は $-\alpha_1$ でなければならない、したがって $\alpha_2 = 0$ でなければならない。一方、リカードディアンの主張では減税による景気刺激効果はまったくないはずであるから、したがって税金の消費刺激効果は0、すなわち $\alpha_1, \alpha_2 > 0$ かつ $\alpha_1 = \alpha_2$ でなければならない。新古典派の見解では、財政赤字による消費刺激効果は認めるものの¹⁰、その効果はケインジアンの想定する程度より小さく、したがって上記のケインジアン、リカードディアンの中間的なケースとして捉えることができる。

¹⁰ すなわち、ライフサイクルを通じた所得の増加の可能性を認めるならば、新古典派にとっても財政政策はある程度有効である。

表3は、Kormendi-Boskin型消費関数の推定結果を示したものである。1970年から94年までの全期間の推定結果をみると、 α_1 は0.64、 α_2 は-0.12であった。しかしながら、 α_2 のt統計量の絶対値は小さく、係数が0であるとする帰無仮説を棄却できない。この点からすれば、ケインジアンの見解が成立しているともみることができよう。加えて、リカーディアンの見解については、 α_1 と α_2 の値が大きく異なり、また α_2 についてもマイナスの係数が推計されており、上記の条件が満たされていない。

以上の推定結果を、Bernheim(1987)が紹介している米国における実証結果と比較してみよう。米国の実証結果ではおおむね α_1 の値が0.6~0.7と報告されている。本推定の α_1 の値は0.64であるから、米国における結果とほぼ一致しているといえよう。しかしながら、Turner(1978)、Seater(1982)など米国の結果では α_2 に関してはプラスでかつ0.25程度とする報告が多く、財政赤字に対する効果について、ある程度リカード中立性が見られ、この点について、わが国と異なっていると考えられる。また、Bernheimは $\alpha_1 - \alpha_2$ の値を"\$1 tax-for- deficit swap"効果と定義しているが、これは1\$の税収の代わりに\$1の赤字を出すことでどれだけの消費増が見込めるかという指標である。米国の実証例ではこの値は0.4~0.5程度と報告されているが、上の推定では0.7~0.8になり、わが国における財政赤字の消費刺激効果は米国よりも大きいと結論づけられる。一方、 α_4 の値は"Debt Effect"と呼ばれ、民間資産としての政府債務が消費に与える影響を示す。上の推計結果では0.05となっているが、この値はBernheim(1987)による米国の実証例とほぼ一致している。 α_4 の値は有意であり、その限りにおいて"Government bonds are net wealth."が成立しているといえよう。

表3には、全期間の推定結果の他、期間を前半(1970-85年)と後半(1980-94年)の二つに分けて行なった場合を載せている。これをみると、消費関

数の推定結果は大きく異なっている。 α_1 については前半が0.47であったのが、後半では0.81と大きく上昇している。一方、 α_2 に関しては前半では-0.22であったものが後半では0.10と符号が逆転している。すなわち、後半では、財政赤字の増加は消費にたいしてマイナスの効果をもたらすことになり、その意味でややリカード中立的な効果が認められる。これは、前節でみた公共投資乗数効果の低下とともに、近年になるほど財政政策の有効性が低下してきたことと整合的である。そうではあるものの、 α_2 の係数は統計的に有意ではなく、ケインジアンの見解を否定するには至らず、財政赤字の消費刺激効果が認められると言えよう。ちなみに、"Debt Effect"についても前半は0.07であったが、後半では0.003と大きく低下しかつ統計的に有意ではなくなっている。

表3 Kormendi-Boskin型消費関数の推計

	1970-94	1970-85	1980-94
C	611.7492 (0.064907)	16419.25 (1.318848)	-22951.04 (-0.644112)
α_1	0.637886 (8.552191)	0.470231 (3.991495)	0.814011 (5.624370)
α_2	-0.122296 (-0.629935)	-0.221159 (-0.656148)	0.101165 (0.202746)
α_3	0.38368 (2.234478)	0.582007 (1.678281)	0.392211 (0.611201)
α_4	0.051105 (2.265924)	0.072639 (2.352894)	0.003559 (0.089815)
α_5	0.061377 (3.23122)	0.119374 (2.699199)	0.023856 (0.389904)
R ²	0.99872	0.995987	0.997308
D.W.	1.456838	1.788543	1.115738

注：決定係数は調整済み、()内はt値である。

3.3 リカード中立性の検証

上記 Kormendi-Boskin 型消費関数の実証分析ではリカード中立性に対して否定的な結論が得られた。これは頑健な主張であろうか？ この点を確認するために、ここでは Aschauer(1985)の方法をもとにリカード中立性の検証を確認しておこう¹¹。

いま、 C_t^* を第 t 期の有効消費水準(effectivge consumption)として、民間消費 C_t と政府支出 G_t の一次結合である(2)式として定義する。

$$C_t^* = C_t + \theta G_t \quad (2)$$

ここで θ は公共財の評価を私的財と比較するための単位である。代表的個人の効用関数を(3)式のように特定化する(\bar{C}^* は有効消費水準の最高レベルを示す)。

$$u(C_t^*) = -(\bar{C}^* - C_t^*)^2 / 2 \quad (3)$$

さらに、個人及び政府の予算制約を考慮して(4)式のようなオイラー方程式を導出する。

$$C_t = \alpha + \beta C_{t-1} + \gamma_1 G_t + \gamma_2 G_{t-1} + e_t \quad (4)$$

オイラー方程式は今期の消費が前期の消費及び今期と前期の政府支出のみに依存することを意味する。もし、財政赤字が消費に影響を及ぼすなら、財政赤字の項を(4)式に追加した場合有意になるはずである。すなわち、これによって財政赤字に関するリカード中立性が検証可能である。いま、今期における政府支出の大きさを過去の政府支出及び前期の財政赤字 D によって予測できるとしよう。その期待値を G_t^e とする。いくつかの数学的な演繹を行ない、項を整理すると(5)及び(6)式が求まる。

$$C_t = \delta + \beta C_{t-1} + \eta_1 G_{t-1} + \eta_2 G_{t-2} + \mu D_{t-1} + u_t \quad (5)$$

$$G_t = \gamma + \varepsilon_1 G_{t-1} + \varepsilon_2 G_{t-2} + \omega D_{t-1} \quad (6)$$

(5)式がオイラー方程式、(6)式が政府支出に対する期待形成を表わす。(5)式と(6)式では次のような係数間の制約関係が成立する。

$$\begin{aligned} \delta &= \alpha - \theta\gamma \\ \eta_1 &= \theta(\beta - \varepsilon_1) \\ \eta_2 &= -\theta\varepsilon_2 \\ \mu &= -\theta\omega \end{aligned} \quad (7)$$

もし、財政赤字が消費に影響しないという中立命題が成立するのであれば、消費関数(5)式に他の変数は(6)式を通じてのみ間接的にしか影響しないから(7)式の制約条件が成立する。しかしながら、もし中立命題が成立しないのであれば、制約条件は満たされないことになる。

リカード中立性を上記の枠組みの中で確認するために、次のような手続きを行う¹²。まず最初に、制約条件を考慮せず OLS によって(5)式及び(6)式を推定する。次いで(7)式の条件の下で(5)式及び(6)式を連立させて推定を行う。もし両者の推定結果が大きく異ならないようであれば、リカード中立性が成立する。推定にあたっては、Aschauer(1985)、井堀(1986)及び本間他(1987)と同様に完全情報最尤法を用いた。

表 4 はその結果を示したものである。全期間を通じた制約条件付きの推定結果をみると β はほぼ 1 で有意であった。このことから、消費はほぼランダム・ウォークにしているということが考えられる。 ε_1 は過去の政府支出の当期の支出に対する期待形成を示す。推定された値は 1.21 と有意であった。また、 ω は過去の財政赤字と当期の政府支出の関係を示す。推定結果では有意なパラメータを得られず、したがって過去の財政赤字と当期の政府支出には相関がみられないと結論される¹³。一方、制約条件をつけずに行なった推定結果と上記の結果を比べると、各係数の大きさはほぼ同じであり、リカード中立性の成立が示唆される。また、尤度比検定(LR)統計量は 1.33 と両者が異

¹¹ 同様な推定が井堀(1986)、本間他(1987)、及び本間(1996)で行われている。

¹² データは前節の消費関数の推定において用いたデータと同一である。

¹³ θ の推計値は負となり、政府支出は goods ではなく bads であるという結果になった。この結果は先行研究(本間他(1986)、本間(1997))でも同様であり、結果の解釈について注意する必要がある。

表4 リカード中立性の検証

全期間の推計		(推計期間)		1967-94
制約付き	制約なし	制約付き推定値		
$\alpha =$	3,440.74 (0.6703)	$\delta =$	7,261.12 (2.91547)	$\delta =$ 7,008.12
$\beta =$	1.00885 (33.2272)	$\beta =$	0.995549 (14.0743)	$\beta =$ 1.008850
$\theta =$	-1.5064 (-0.91445)	$\eta 1 =$	0.375968 (0.884112)	$\eta 1 =$ 0.316254
$\gamma =$	2,368.15 (1.6932)	$\eta 2 =$	-0.354044 (-1.02778)	$\eta 2 =$ -0.363268
$\epsilon 1 =$	1.21879 (5.7632)	$\mu =$	0.098970 (0.455525)	$\mu =$ 0.048866
$\epsilon 2 =$	-0.24115 (-1.1993)	$\gamma =$	2,413.02 (2.31950)	$\gamma =$ 2,368.15
$\omega =$	0.032439 (0.4040)	$\epsilon 1 =$	1.211780 (5.87975)	$\epsilon 1 =$ 1.218790
		$\epsilon 2 =$	-0.237791 (-1.18792)	$\epsilon 2 =$ -0.241150
		$\omega =$	0.023593 (0.325002)	$\omega =$ 0.032439
Rc2=	0.997756	Rc2=	0.997761	LR= 1.33142
Rg2=	0.985772	Rg2=	0.985780	

注：()はt値である。

前半期間		(推計期間)		1967-80
制約付き	制約なし	制約付き推定値		
$\alpha =$	17,112.40 (1.2553)	$\delta =$	2,605.50 (0.349942)	$\delta =$ 19,870.62
$\beta =$	0.796195 (2.6020)	$\beta =$	1.256830 (6.80995)	$\beta =$ 0.796195
$\theta =$	-2.026090 (-1.5148)	$\eta 1 =$	0.555951 (0.668492)	$\eta 1 =$ 0.993139
$\gamma =$	1,361.35 (0.4800)	$\eta 2 =$	-2.024130 (-2.50463)	$\eta 2 =$ -0.589169
$\epsilon 1 =$	1.28637 (1.2469)	$\mu =$	-0.770150 (-2.14077)	$\mu =$ -0.090339
$\epsilon 2 =$	-0.290791 (-0.2833)	$\gamma =$	1,339.53 (1.06989)	$\gamma =$ 1,361.35
$\omega =$	-0.044588 (-0.1469)	$\epsilon 1 =$	1.222850 (3.46913)	$\epsilon 1 =$ 1.286370
		$\epsilon 2 =$	-0.219200 (-0.582466)	$\epsilon 2 =$ -0.290791
		$\omega =$	-0.040470 (-0.321546)	$\omega =$ -0.044588
Rc2=	0.992353	Rc2=	0.995742	LR= 1.31079
Rg2=	0.990807	Rg2=	0.990841	

注：()はt値である。

後半期間		(推計期間)		1981-94
制約付き	制約なし	制約付き推定値		
$\alpha =$	4,251.24 (0.4453)	$\delta =$	41,517.50 (4.01603)	$\delta =$ 42,808.04
$\beta =$	1.00426 (11.4925)	$\beta =$	0.988884 (16.8618)	$\beta =$ 1.004260
$\theta =$	-2.56125 (-0.44058)	$\eta 1 =$	0.667305 (1.85090)	$\eta 1 =$ 0.546315
$\gamma =$	15,053.90 (0.52179)	$\eta 2 =$	-1.190560 (-3.21584)	$\eta 2 =$ -1.163650
$\epsilon 1 =$	1.21756 (2.1053)	$\mu =$	0.518660 (2.78783)	$\mu =$ 0.516217
$\epsilon 2 =$	-0.454329 (-0.4430)	$\gamma =$	16,231.00 (1.58295)	$\gamma =$ 15,053.90
$\omega =$	0.201549 (-0.4146)	$\epsilon 1 =$	1.091990 (3.73384)	$\epsilon 1 =$ 1.217560
		$\epsilon 2 =$	-0.335080 (-0.937338)	$\epsilon 2 =$ -0.454329
		$\omega =$	0.251961 (1.60424)	$\omega =$ 0.201549
Rc2=	0.997412	Rc2=	0.997451	LR= 1.39500
Rg2=	0.861630	Rg2=	0.866410	

注：()はt値である

なるという帰無仮説を有意水準 10%で棄却できない¹⁴。以上の点を考慮するとわが国において、リカード中立性が成立していることを完全には否定できないことになる。しかしながら、リカーディアンの主張についてもこれを受け入れることもまた難しい。

表 4 では推定期間を前半(1967-80年)と後半(1981-94年)に分けて推定した結果を併せて示してある。前半と後半を比較すると近年になるほど β の値は1に近く、恒常所得仮説が成立している様相を示している¹⁵。また、尤度比では前半、後半ともリカード中立性は棄却できない¹⁶。一方、 μ の値(制約付き推定値)をみると、後半ではその値も大きく、財政赤字の消費に対する影響が前半に比べ大きい結果となっている。これは財政赤字の将来に対する負担の認識が消費に影響していないことを示している。

5. おわりに

本稿は、財政政策とそのマクロ経済への影響について、新古典派、ケインジアン及びリカーディアンの三者による見解を紹介した後、いくつかの実証分析によってわが国におけるそれぞれの主張の妥当性を探ってきたものである。実証分析の結果によれば、ケインジアンが主張するような財政政策(あるいは財政赤字)の短期的な景気刺激策の効果は近年においても確認されたが、しかしながらリカーディアンの想定するような中立命題についてもこれを完全に否定しきれない。現実問題として、公債の中立性が成立するということは疑わしいが、従来に比べ機動的な財政政策の効果が低下してきたことは事実であろう。本稿の表題でもある、「財

政政策は有効か？」という問いに対しては、財政政策は依然として有効であるものの、その効果の程度は低下しつつあるというのがその回答である。なぜ、効果が低下しつつあるのか、これを実証的に解明することが今後の課題である。

また、たとえ財政政策が有効であったとしても、250兆円を超える国債残高や膨らむ財政赤字との関連から、政府による経済運営のありかたについてもさらなる議論が必要であろう。国の借金が返済できない水準まで増加しているという加藤(1997)の報告もある。来年度(平成10年度)より財政構造改革法案が実施される一方で、最近の金融不安解消や景気刺激のための国債発行が行われようとしている。いかなる施策が望ましいのか、また施策間で矛盾はないのか、といった点について今後検討すべきであろう。

(謝辞)

本稿の作成にあたっては様々な方々のご協力を頂いた。初期の草稿において、東京大学井堀教授より資料の紹介を含め貴重なご意見を伺った。また、本誌匿名レフリーより貴重なご指摘・ご意見を頂いた。当所においても、服部、大河原、門多、桜井、阿部各研究員と有益な議論をさせて頂いた。また、実証分析におけるデータ整備やDB作成にあたって(株)アムテックの藤森ひとみさんのご協力を頂いた。ここに感謝する次第である。もちろん、本稿における誤りや不備についてはすべて筆者一人の責任である。

【参考文献】

- [1] 浅子和美(1997)、「財政・財政政策とマクロ経済」、浅子和美・福田慎一・吉野直行編『現代マクロ経済分析』、東京大学出版会
- [2] 井堀利宏(1986)、『日本の財政赤字構造』、東洋経済新報社
- [3] 加藤久和(1997)、「財政赤字の現状と政府債務の持続可能性」、電力中央研究所研究報告、Y97001.
- [4] 田村義雄編(1997)、『図説 日本の財政 平成9年度版』、東洋経済新報社
- [5] 本間正明(1996)、「財政赤字の経済分析—中立命題の再検証—」、『公共債をめぐる諸問題』、金融調査研究会
- [6] 本間正明、武藤恭彦、井堀利宏、阿部揚夫、神取道宏、跡田直澄(1987)、「公債の中立命題:理論とその実証分析」、経済分析第106号、経済企画庁
- [7] Alesina, A. and R. Perotti (1995), "The Political Economy of Budget Deficits", IMF Staff Papers, 42, 1-31.

¹⁴ LRの値はサンプルが大きければ近似的にカイニ乗分布にしたがう。しかしながら、年度データを用いる関係上、サンプル数が小さく、尤度比検定の結果はあまり信頼できない。

¹⁵ 消費がランダム・ウォークにしたがっているという帰結こそ、新古典派さらにはリカーディアンの主張に近い結果である。

¹⁶ 上の注14を参照のこと。

- [8] Alesina, A and Tabellini (1990), "A Positive Theory of Fiscal Deficits and Government Debt", *Review of Economic Studies*, 57, 403-414.
- [9] Aschauer, D.A. (1985), "Fiscal Policy and Aggregate Demand", *American Economic Review*, 75, 117-127.
- [10] Barro, R.J. (1974), "Are Government Bonds Net Wealth?", *Journal of Political Economy*, 82, 1095-1117.
- [11] Barro, R.J. (1989a), "The Neoclassical Approach to Fiscal Policy", in Barro, R.J. ed. *Modern Business Cycle Theory*, Basil Blackwell.
- [12] Barro, R.J. (1989b), "The Ricardian Approach to Budget Deficits", *Journal of Economic Perspectives*, 3, 37-54.
- [13] Bernheim, B.D. (1987), "Ricardian Equivalence: An Evaluation of Theory and Evidence", NBER *Macroeconomic Annual* 1989, 263-304.
- [14] Boskin, M. (1988), "Consumption, Saving, and Fiscal Policy", *American Economic Review*, 78, 401-407.
- [15] Buchanan, J.M., and R.E. Wagner (1977), *Democracy in Deficit*, Academic Press.
- [16] Cukierman, A. and Melzer, A.H. (1989), "A Political Theory of Government Debt and Deficits in a neo-Ricardian Framework", *American Economic Review*, 79, 713-732.
- [17] Eisner, R. (1989), "Budget Deficits: Rhetoric and Reality", *Journal of Economic Perspectives*, 3, 73-93.
- [18] Fursterberg, G.M., R.J. Green, and J.H. Jeong (1986), "Tax and Spend, or Spend and Tax?", *The Review of Economics and Statistics*, LXVIII, 179-188.
- [19] Gramlich, E.M. (1989), "Budget Deficits and National Saving: Are Politicians Exogenous?", *Journal of Economic Perspectives*, 3, 23-35.
- [20] Kormendi, R.C. (1983), "Government Debt, Government Spending, and Private Sector Behavior", *American Economic Review*, 73, 994-1010.
- [21] Nordhaus, W.D. (1975), "The Political Business Cycle", *Review of Economic Studies*, 42, 169-190.
- [22] Persson, T. and Svensson, L.E.O. (1989), "Why a Stubborn Conservative Would Run a Deficit: Policy with Time-inconsistent Preferences", *Quarterly Journal of Economics*, 104, 324-345.
- [23] Roubini, N., and J.D. Sachs (1989), "Political and Economic Determinants of Budget Deficits in the Industrial Democracies", *European Economic Studies*, 33, 903-938.
- [24] Tabellini, G. and Alesina, A. (1990), "Voting on the Budget Deficit", *American Economic Review*, 80, 37-49.
- [25] Turner, J.E. (1978), "Fiscal Policy and Consumer Behavior", *Review of Economics and Statistics*, 61, 317-321.
- [26] Seater, J.J. (1982), "Are Future Tax Discounted?", *Journal of Money, Credit and Banking*, 14, 376-389.
- [27] Velthoven, B., H. Verbon, and F. Winden (1993), "The Political Economy of Government Debt: A Survey", in H.A.A. Verbon and F.V. Winden ed. *The Political Economy of Government Debt*, North-Holland.
- [28] Yellen, J.L. (1989), "Symposium on the Budget Deficit", *Journal of Economic Perspectives*, 3, 17-21.

(かつう ひさかず
電力中央研究所 経済社会研究所)

リサイクリング・システムの外部性

On the Externality of Recycling Systems

キーワード: リサイクリング、マーシャルの外部効果、効率性、物質循環

西村 一彦

ある財を使用した後の廃棄物を利用したリサイクリングにより、その財自体の素材の一部を代替することが可能な場合を考える。本稿では、このようなリサイクリングを有する経済システムが、分権的であり且つ各々の産業が完全競争的である場合でも、価格による主体の近視眼的(myopic)最適化行動が、必ずしも社会的に効率的な均衡を達成しないことを示す。これは、2次素材を生産する主体の戦略環境が、1次素材を生産する産業の生産量に依存するために、マーシャルの外部効果が発生することに起因する。この現象を簡単なモデルを用いて示し、さらに均衡解の安定性についても考察する。

1. はじめに
2. モデル
3. 近視眼的行動と巨視的行動
4. マーシャルの外部効果
5. 均衡の安定性
6. おわりに

1. はじめに

これまでの経済学におけるリサイクリングに関する研究^[1]は、それが資源配分の非効率性にどのような貢献をするかという視点からのものが多い。これらは大きく分けて二つの方向性を持っている。一つは Alcoa 社の研究^[2]に端を発する、独占ないしは寡占産業の競合相手としてのリサイクリングのポテンシャルを評価する方向である。もう一つは、廃棄物の存在により発生する外部効果の内部化策としてリサイクリングを評価する^{[1], [3]}方向である。従っていずれの場合も、リサイクリングが社会に内在する非効率性(独占や外部性など)を是正する可能性をもつことを示唆しようとするものである^[4]。その他の方向性としては資源の採掘・供給とリサイクリングの関係を動学的最適化のフレームワークで検討したもの^{[3], [4]}などが挙げられる。

しかし、リサイクリングを、再資源化産業とそれを利用する資源消費産業との間の相互依存性に着目した「リサイクリング・システム」として考察した例は筆者の知る限りでは存在していない。然るに本

稿では、リサイクリングの規範的優位性を主張する^{[10], [11]}のではなく、それが経済システムの一部として自律的に、しかも社会全体の効率性と整合的に機能しうるかを分析する。

産業間の相互依存性が強く、大きな規模の経済性を持つ寡占産業で、連関効果が大きい場合には、セットアップコストが現れ、価格に必要十分な情報が盛り込まれない場合がある。これが一般的に「マーシャルの外部効果」と呼ばれている現象である^[2]。リサイクリングを含む経済システムに関しても、再資源化産業の戦略環境が資源消費産業の生産状態に依存することから、価格に必要十分な情報が盛り込まれず、マーシャルの外部効果と同様の現象により、システム全体の効率性を損なう可能性がある。

本稿の目的は、リサイクリングを含む経済システムが、分権的で且つ各産業が完全競争的であっても、社会的に効率的な運営がなされないという性質を潜在的に持つことを示すことである。本稿で扱うモデルは2章に詳述し、3章では部分均衡分析により、資源消費産業と再資源化産業が分権

的に存在する状態と、合併した場合の比較を行う。4章では、二財生産システムを導入し、生産可能性フロンティア及び価格情報の歪みを導出し、5章で均衡点の安定性を吟味する。さらに、物質循環に焦点を当てた数値モデルを用いて廃棄物のダイナミクスを分析した例を付録に加えた。

2. モデル

本稿では、資源消費産業 A と再資源化産業 B を含む図1のような経済システムを考える。無用な複雑化を避けるため、本稿で扱うモデルでは、産業 A において一次素材と、再資源化された二次素材を利用する二つのプロセスが併存し、それらの相対費用に従い採用プロセスの比率が連続的に変化するような仮定を導入する。

ある財 A は完全競争産業 A において、労働および労働を用いて内部生産されるある素材を加工して生産される。財 A を構成する素材の量は一定とし、このうちのある割合以上は、内部生産される素材(一次素材)に代替性のある二次素材 B を用いてもかまわないこととする。二次素材 B は、産業 B において労働を用いて生産される。産業 B の代表企業は、消費され廃棄された財 A の屑を労働を用いて回収・加工し、素材 B を生産する。

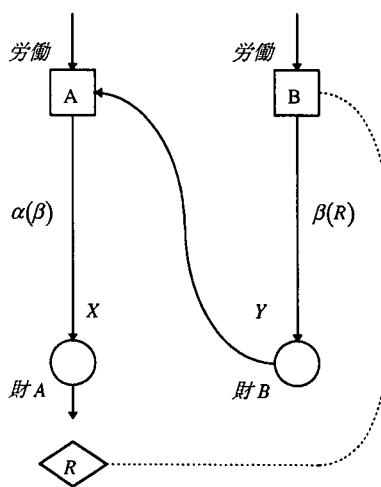


図1 リサイクリング・システム

仮に財 A がカップ・アンド・ソーサーだとしよう。産業 A の代表企業では、自社内の土地から採掘

される土砂(一次素材)を用いた粘土からカップとソーサーの生産が可能である。またこの企業は、産業 B から得られる粉末茶碗屑(二次素材)を用いた粘土と一次素材を用いた粘土を、どのような割合で混合してもソーサーの部分を生産することが可能であるが、カップの部分は品質上一次素材を用いた粘土でなければならない。さらに、カップやソーサーの形成工程は、使用する粘土には依存しないが、粘土の製造には、使用するものが

二次素材に依存して異なる加工プロセスを用いる必要がある。加えて、粘土は形成工程の直前に製造する必要があり、独立した粘土産業は成立しないものとする。このカップ・アンド・ソーサーは消費された後、広大な土地に一緒に茶碗屑として廃棄される。茶碗屑は使用素材の如何に関わらず同一物であるとする。産業 B の代表企業は労働を用いて茶碗屑を回収し、粉末加工を行い、粉末茶碗屑は産業 A だけに卸される。

このような産業 A における最適化行動を考察しよう。(粘土製造に)一次素材を用いるプロセス(P1)、二次素材を用いるプロセス(P2)ともに費用曲線が U 字型をしているとする。図2は、これら二つのプロセスによる生産量と、その平均費用の対応を表したものである。例えば、P1 のみによって生産される場合、平均費用曲線はオーソドックスな U 字型を示すが、少しずつ P2 が導入されるに従い、P1 少量生産時の高コストが緩和されて行く様子がわかる。

使用素材の制約が無い場合、両プロセスにおける限界費用=平均費用となる損益分岐価格を比較して、一次素材を用いるほうが安価な場合は、一次プロセスに特化され、その逆も然りである。図2の場合、P2 特化状態(点 S)の方が P1 特化状態よりも安価である。しかし、上記の(財のある部分には一次素材を使用する必要があるという)制約があるため、点 S は選ばれず、二つのプロセスを組み合わせた点 K で生産される時に平均費用が最小となる。従って、二つのプロセスが共存することになる。

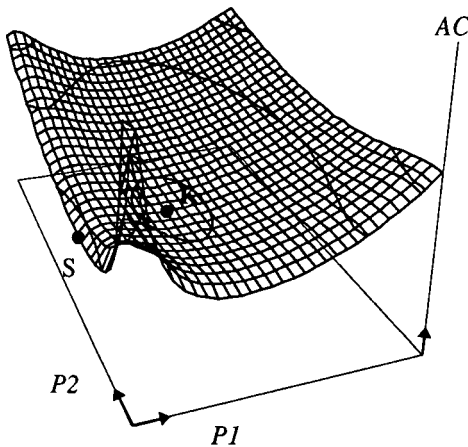


図2 プロセスの組み合わせ

このことから、費用関数 c は、生産量 x 、プロセスの組み合わせ比 θ 、財 B の価格 β を変数とする関数となることがわかる。産業 A の代表企業では、任意の β に対して最適生産量及びプロセス比を決定し^{注1}、産業 A の完全競争性により、財 A の供給曲線は損益分岐価格 α で水平となる。即ち、次式が成立する。

$$\alpha(\beta) = \frac{c(x^*, \theta^*; \beta)}{x^*}, \quad \partial \alpha / \partial \beta > 0 \quad (1)$$

財 A はその価格 α に基づき市場で X だけ需要され消費されたのち廃棄される。このとき、素材を含む廃棄物は、ある一定の面積 S に一様に分布し、一定時間の後には回収不能となることとする。単位面積当たりの廃棄素材量を二次素材濃度と呼び、 R で表すことにする。本章では簡単のため次のように表せるものとする。

$$R(X), \quad \partial R / \partial X > 0 \quad (2)$$

これは、上記の例を用いて次のように解釈できる。カップ・アンド・ソーサーは、ある期間(例えばひと月)の間に X の量が生産され消費され、茶碗屑となり、当該期間後には土に返り、回収不能となる。また、当該期間中に産業 B がいくら回収しても、茶

注1 θ は内生化するが、ここでは敢えて明示した。また、図2より、 x^* 、 θ^* は内点解となる。これを考慮し α は β で微分可能とした。

碗屑は広大な土地に一様に分布しているため、産業 B の代表企業の直面する単位面積当たりの茶碗屑の量は回収量に依存しない。

産業 B では、労働を用いてこの廃棄素材を回収し、産業 A の代替原料である財 B (二次素材) を生産する。産業 B の代表企業は U 字型の費用曲線に基づき最適回収規模を決定する。ただし、費用曲線は二次資源濃度 R に依存する(図3参照)。即ち、廃棄素材が多く、二次資源濃度が高いほど回収がしやすく、同じ労働投入で多くの二次素材を生産することができる。

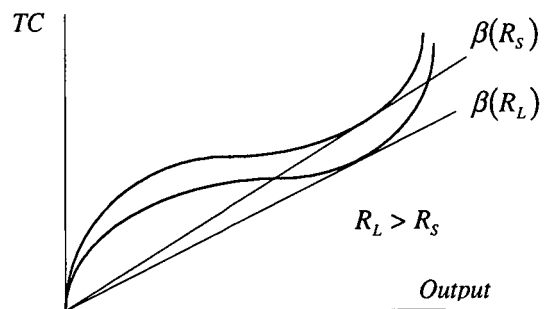


図3 二次資源濃度に対する費用曲線の変化

この代表企業は最適回収規模に基づく回収面積から廃棄素材を回収する。また、財 B は最終消費されず、すべて産業 A で消費され、この需要量 Y に応じて産業 B の企業数が決定し、回収が行われる総面積(総回収面積)が決定する。ただし、財 B の需要量が多い場合でも総回収面積が S を超えず、常に産業 B における完全競争が実現されることとする。以上より、財 B の損益分岐価格 β は次のように書ける^{注2}。

$$\beta(R), \quad \partial \beta / \partial R < 0 \quad (3)$$

また、供給曲線は産業 B の完全競争性ゆえに β の水準で一定となる。

注2 ただし、どの企業もあらゆる土地に負担なしにアクセスできることを仮定している。

3. 近視眼的行動と巨視的行動

産業Aの各企業が、近視眼的に財Bの価格を受容して生産量を最適化する場合(ケース1)と、各企業が自分の生産量を増やした場合にそれが産業Bの環境を変化させ、ひいては自身の費用を低減させる効果を考慮する巨視的最適化を行う場合(ケース2、資源消費産業と再資源化産業が合弁した場合に相当)の状態を比較する。本節では簡単化のために、産業Aの代表企業の費用関数 $c(x, \theta; \beta)$ におけるプロセス比 θ を内生化して、 $c(x; \beta)$ と書くことにする。

ケース1における産業Aの代表企業の費用関数 c_1 は次のように書ける。

$$c_1(x) := c(x; \beta) \quad (4)$$

一方、ケース2では、財Bの価格 β を自分の生産量を調節することによりコントロールしようとする。したがって、(1)~(4)より次のような費用関数 c_2 を持つ^{注3}。

$$c_2(x) := c(x, \beta(R(x))) \quad (5)$$

いま、ケース1の均衡解を x_1^* とすると、

$$c_1(x_1^*) = c_2(x_1^*) \quad (6)$$

である。また、 x_1^* における財Bの価格 β を

$$\beta^* = \beta(R(x_1^*)) \quad (7)$$

と書くことにする。

次に、両ケースについて x_1^* における限界費用関数を導出する。

$$mc_1(x_1^*) = \left. \frac{\partial c(x; \beta^*)}{\partial x} \right|_{x=x_1^*} \quad (8)$$

$$mc_2(x_1^*) = \left. \frac{\partial c(x, \beta^*)}{\partial x} \right|_{x=x_1^*} + \left. \frac{\partial c}{\partial \beta} \cdot \frac{\partial \beta}{\partial R} \cdot \frac{\partial R}{\partial x} \right|_{x=x_1^*} \quad (9)$$

従って、 $\partial c / \partial \beta > 0$ 、 $\partial \beta / \partial R < 0$ 、 $\partial R / \partial x > 0$ より、次式を得る。

$$mc_1(x_1^*) > mc_2(x_1^*) \quad (10)$$

^{注3} 代表企業の生産量 x に対する R の反応は、産業の生産量 X に対するそれと同様である。

一方、(6)より、

$$\frac{c_1(x_1^*)}{x_1^*} = \frac{c_2(x_1^*)}{x_1^*} \quad (11)$$

即ち、それぞれのケースにおける平均費用関数 ac_1 、 ac_2 を用いれば、

$$ac_1(x_1^*) = ac_2(x_1^*) \quad (12)$$

と書ける。したがって、 $mc_1(x_1^*) = ac_1(x_1^*)$ および式(10)を用いて

$$mc_2(x_1^*) < ac_2(x_1^*) \quad (13)$$

を得る。

ここで、 $ac_2(x)$ の x_1^* における傾きをしらべよう。

$$\left. \frac{dac_2(x)}{dx} \right|_{x=x_1^*} = \frac{mc_2(x) - ac_2(x)}{x} \quad (14)$$

当然 $x_1^* > 0$ であり、式(13)、(14)より、

$$\left. \frac{dac_2(x)}{dx} \right|_{x=x_1^*} < 0 \quad (15)$$

となり、負の傾きを持つことになる。

したがって、 $ac_2(x)$ も U 字型をしていると仮定すれば、式(12)、(15)から、図のようになり、ある $x_2^* > x_1^*$ において、

$$ac_1(x_1^*) > ac_2(x_2^*) \quad (16)$$

$$ac_1(x_1^*) = mc_1(x_1^*) \quad (17)$$

となる。

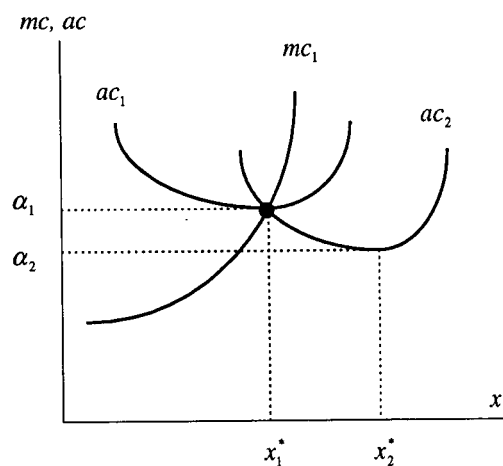


図4 平均費用曲線の位置

即ち、ケース2の場合に、各代表的企業が x_2^* のレベルの生産を行うほうが、ケース1の場合に各代表的企業が x_1^* のレベルの生産を行うよりも、供給

曲線の水準 α が低くなり、余剰を拡大させることができる。(図 5 参照)

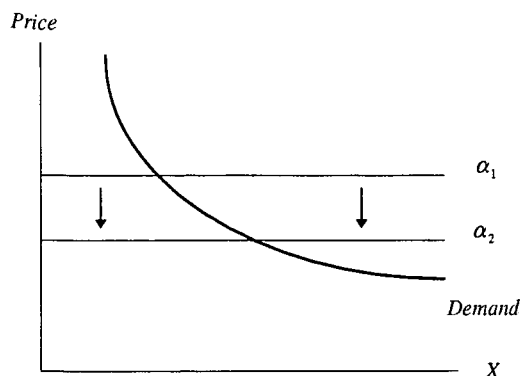


図5 供給曲線の変化

4. マーシャルの外部効果

本章では、リサイクリングが存在する経済システムの生産可能性フロンティア (PPF) を導出し、マーシャルの外部効果により価格が歪められることを示す。いま図 6 のようにシステムにもう一つ別の財 C を生産する完全競争産業 C があるとしよう。また、この産業 C の代表的企業は労働だけを生産要素とし、財 C 単位あたり γ だけの労働投入を必要とするものとする。労働価格を 1 に基準化すれば、産業 C の供給曲線は γ で水平となる。

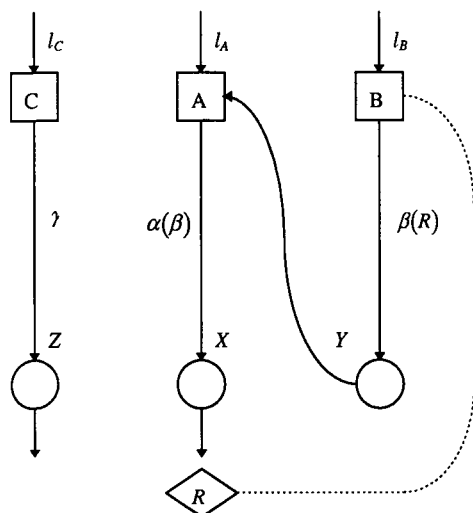


図6 リサイクリングを含む2財システム

ここで、財 A、C を消費する(但し、生産量はそれぞれ X 、 Z)この経済システムの PPF を導出し

よう。このシステムに存在する総労働量を $L = l_A + l_B + l_C$ とすれば、PPF は

$$\alpha X + \gamma Z = L \quad (18)$$

を満たす (X, Z) の軌跡である。これより社会的限界変形率は、(18)を全微分することにより求められる。

$$0 = \gamma dZ + \left[\frac{\partial \alpha}{\partial X} \cdot \frac{X}{\alpha} + 1 \right] \alpha dX \quad (19)$$

ただし、(1)~(3)より、

$$\frac{\partial \alpha}{\partial X} = \frac{\partial \alpha(\beta(R(X)))}{\partial X} = \frac{\partial \alpha}{\partial \beta} \cdot \frac{\partial \beta}{\partial R} \cdot \frac{\partial R}{\partial X} < 0 \quad (20)$$

である。そこで、分析を一層単純化するため、産業 A の損益分岐価格 α の生産量 X に対する弾力性 η が生産量には依存しない定数であり、 $-1 < \eta < 0$ を満たしていると仮定しよう。即ち、次式が成立することとする。

$$0 < \frac{\partial \alpha}{\partial X} \cdot \frac{X}{\alpha} + 1 = \eta + 1 < 1 \quad (21)$$

これと、(19)を用いて事項を得る。

$$\frac{\partial Z}{\partial X} = -\frac{\eta + 1}{\gamma} \alpha < 0 \quad (22)$$

$$\frac{\partial^2 Z}{\partial X^2} = -\frac{\eta + 1}{\gamma} \frac{\partial \alpha}{\partial X} > 0 \quad (23)$$

したがって、この場合 PPF は図 7 のような凹型をしたものになる。

つぎに、このシステムの社会的限界変形率と私的限界変形率のずれを考察しよう。いま生産財の家計への配分時に価格比が p であったとしよう。この経済システムの生産と配分が効率的であるためには、価格比が社会的限界変形率 $\partial Z / \partial X$ と等しくなる点で生産が行われなくてはならない。

一方、近視眼的主体は私的限界変形率 α / γ に従って生産を行うため、社会的に好ましい状態をもたらすためには、これが社会的限界変形率と等しいことが必要である。ところが、(22)より明らかに、

$$\left| \frac{\partial Z}{\partial X} \right| < \left| \alpha / \gamma \right| \quad (24)$$

であり、価格情報に歪みが生じていることになる。このように、リサイクリングが存在する場合、主体の

近視眼的最適化行動がシステム全体の効率化をもたらさないのは、大きな規模の経済性を持つ寡占産業を含む経済システムなどにおいて見られる現象と同様の、マーシャルの外部効果によるものであると捉えることができる。

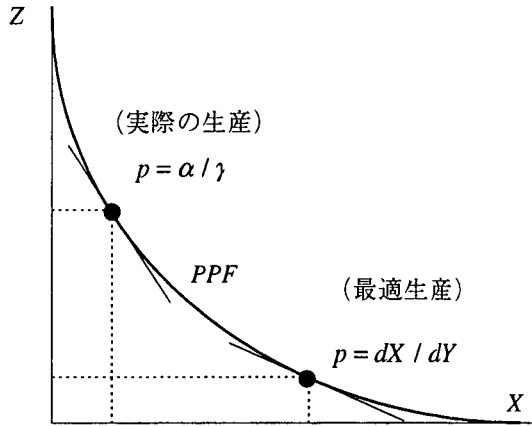


図7 生産可能性フロンティア

5. 均衡の安定性

以上の議論は均衡状態における静学的分析であるが、本節では経済均衡の安定性を分析する。ここでは、2章で定式化したモデルを用いて、産業Aの生産量Xのダイナミクスに注目して安定性を考察しよう。財Aに関する需要関数を

$$D(\alpha), \partial D / \partial \alpha < 0, \partial^2 D / \partial \alpha^2 > 0 \quad (25)$$

とする。これを用いて、Xの動的システムを次のように記述できる。

$$X_{t+1} = D(\alpha(X_t)) \quad (26)$$

ただし、 X_t をt期の生産量とする。このシステムの安定性は、

$$\frac{\partial X_{t+1}}{\partial X_t} = \frac{\partial D}{\partial \alpha} \cdot \frac{\partial \alpha}{\partial X_t} \quad (27)$$

の値に依存する。前章の弾力性に関する仮定を用い、さらに価格の需要量に対する弾力性を λ とすれば、均衡条件 $D = X_t$ より、

$$\begin{aligned} \frac{\partial X_{t+1}}{\partial X_t} &= \frac{\partial D}{\partial \alpha} \cdot \frac{\alpha}{X_t} \cdot \frac{\partial \alpha}{\partial X_t} \cdot \frac{X_t}{\alpha} \Bigg|_{Eq.} \\ &= \frac{\partial \alpha}{\partial X_t} \cdot \frac{X_t}{\alpha} \cdot \frac{\partial D}{\partial \alpha} \cdot \frac{\alpha}{D} \Bigg|_{Eq.} = \eta / \lambda > 0 \end{aligned} \quad (28)$$

を得る。したがって、このシステムが安定であるためには(28)式の値が均衡点において1以下であることが必要である。即ち、

$$0 < \eta / \lambda < 1 \quad (29)$$

従って、前章同様 $-1 < \eta < 0$ を満たす場合、 $\lambda < \eta < 0$ が安定の条件となる。これより、均衡の安定性は、生産・回収技術(η)と消費行動(λ)の兼ね合いに依存することがわかる。この結果を踏まえたうえで、物質循環に焦点を当てたモデルのシミュレーションの結果を付録に示す。

6. 終わりに

図7より明らかなように、主体が近視眼的行動をとる場合、リサイクル可能財Aの価格が高く設定され、しかもその財の生産が過少となる。一方、主体が完全情報により巨視的行動をとることができる場合、あるいは両産業A、Bが合併している場合にはリサイクル可能財の価格が低く、生産量も大きな状態が実現される。

本稿で得た結果は次のような事項を示唆している。1)リサイクル財の市場がある場合に、リサイクリング産業の運営を市場の原理に任せることが必ずしも社会の効率性に整合的でない。2)リサイクリングが、一次生産者によって行われる場合には、社会の効率性が維持される。3)従って本論の範囲(経済的インセンティブがリサイクリングに存在する場合)では、生産者が消費者により排出されるリサイクル可能な廃棄物の責任を負う制度は、倫理観とは無関係に支持される。さらに、4)一般的な仮定の上では均衡の安定性が保証されないため、リサイクリング・システムを何らかの技術政策の管理下におくことも有効であると考えられる。

本稿ではヴァージン、リサイクル両方のプロセスが併存するようなモデルを設定したが、今後は両方互いに完全代替する場合を考察する必要がある。ただしこの場合には、両プロセスが併存せず、離散的な扱いを必要とするだろう。また、現実政策への応用には、廃棄資源をカスケード利用する場

合を考慮する必要がある。さらに、産業 B が有限なサイクル資源を利用し、大きな規模効果がある場合には寡占産業となるため、問題が複雑化する可能性がある。これらの諸問題を今後の課題とする。

謝辞

本稿は、電力中央研究所大河原透氏による多くの貴重な助言に依拠している。また、匿名の査読者からも有益なコメントを頂いた。ここに深く御礼を申し上げます。

【参考文献】

[1] Anderson, R.C. and R. D. Spiegelman (1977) "Tax Policy and Secondary Material Use," *Journal of Environmental Economics and Management* 4, pp. 68-82.

[2] Fullerton, T.D. and T.C. Kinnaman (1995) "Garbage, Recycling and Illicit Burning or Dumping," *Journal of Environmental Economics and Management* 29, pp. 78-91.

[3] Lusk, R. (1975) "Optimal Taxation Policies for Conservation and Recycling," *Journal of Economic Theory* 11, pp. 315-328.

[4] Smith, V.L. (1977) "Control Theory Applied to Natural and Environmental Resources: An Exposition," *Journal of Environmental Economics and Management* 4, pp. 1-24.

[5] Suslow, V.Y. (1986) "Estimating Monopoly Behavior with Competitive Recycling: An Application to Alcoa," *Rand Journal of Economics* 17, pp. 389-403.

[6] Weinstein M.C. and R.J. Zeckhauser (1974) "The Optimal Consumption of Depletable Natural Resources," *Quarterly Journal of Economics* 89, pp. 371-392.

[7] 伊藤元重、清野一治、奥野正寛、鈴木興太郎 (1988), 『産業政策の経済分析』、東京大学出版会

[8] 奥野正寛、鈴木興太郎 (1988), 『マイクロ経済学I・II』、岩波書店

[9] 小出秀雄 (1996), 『リサイクルの経済分析』、一橋大学経済学研究科修士論文

[10] 植田和弘 (1992), 『廃棄物とリサイクルの経済学』有斐閣

[11] 鷺田豊明 (1995), 「市場経済と資源リサイクル」室田武他編『循環の経済学、持続可能な社会の条件』学陽書房

(にしむら かずひこ
電力中央研究所 経済社会研究所)

付録 物質循環のダイナミクス

5章では、一般的な経済学的仮定のもとでは均衡の安定性がパラメータ依存することが示されたが、果たして物質循環のフレームでも同様の結果が得られるのであろうか。そこで、一次プロセス特化の初期状態から、廃棄物が増え、財 B の価格が下がり、産業 A におけるリサイクル財の使用が増え、そのために財 A の価格も下がり、消費が増えて廃棄物が更に増えるという繰り返しにより、システム全体で物理的にどのような現象が起きているかを分析しよう。

本付録では素材の循環や廃棄素材の時間的変化を分析するための簡単なモデルを新たに導入し、数値実験することにする。図 8 は、このモデルにおける素材の流れを図示したものである。

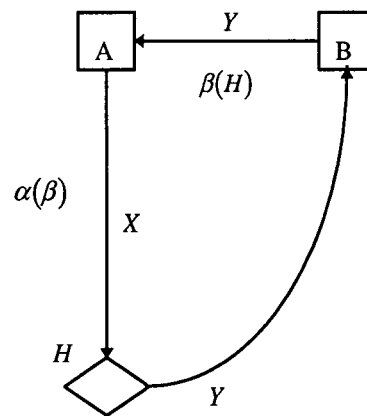


図8 物質循環モデル

各期の廃棄素材 H は、各期の発生量とリサイクル量より決定 ($H_{t+1} = X_t - Y_t$) する。物質保存則により、各期の一次素材産出量が、当該期の財 A の生産量 X_t とその前の期の財 B の生産量 Y_{t-1} の差に等しいことになる。さらに、簡単化のために、 H だけが財 B の価格 β に影響を及ぼすこととする。即ち、

$$\beta(H), \partial \beta / \partial H < 0 \quad (29)$$

とかける。産業 A は(完全競争ゆえに)収穫一定の生産関数を持ち、シェファードの補題より、

$$\frac{Y}{X} = \frac{\partial \alpha}{\partial \beta} \quad (30)$$

なる技術が採用される。財 A は価格 $\alpha(\beta)$ に依存して需要関数 $D(\alpha)$ に基づき生産される。

$$X = D(\alpha) \quad (31)$$

以上より、ある廃棄素材 H_t に対し、次の期の廃棄素材 H_{t+1} は次のように決定される。

$$H_{t+1} = D(\alpha(\beta(H_t))) \left[1 - \frac{\partial \alpha(\beta(H_t))}{\partial \beta} \right] \quad (32)$$

$$:= F(H_t)$$

この関数の均衡解における安定性を調べよう。いま仮に、生産技術: $\alpha(\beta) = \ln \beta$ 、回収技術: $\beta(H) = \pi H^{-\sigma}$ 、需要関数: $D(\alpha) = \alpha^{-\mu}$ とし、パラメータを変化させた(表 1 参照)ときの、安定性を図 9 ~ 12 に示す。

表 1 数値実験のパラメータ

パラメータ	π	$-\sigma$	$-\mu$
ケース 1	4	-1.5	-1
ケース 2	0.7	-1.4	-0.2
ケース 3	1.05	-3	-0.2
ケース 4	4	-1.5	-2

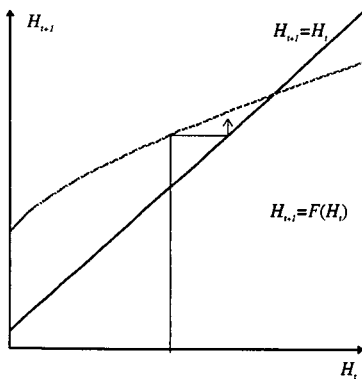


図9 ケース 1 (安定)

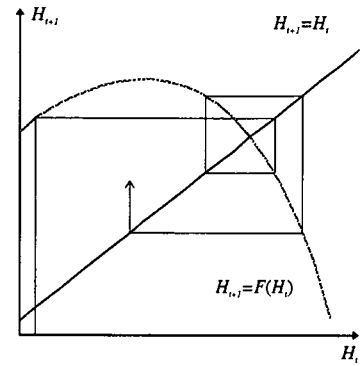


図10 ケース 2 (振動)

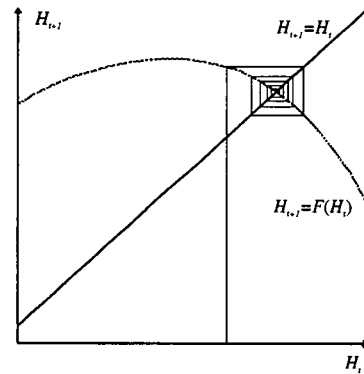


図11 ケース 3 (安定)

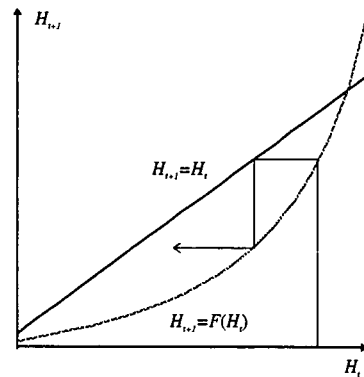


図12 ケース 4 (不安定)

情報インフラ導入がオフィス業務やコミュニケーションに及ぼす影響の分析

An Impact of New Information Infrastructure on Office Works and Communication

馬場 健司

1. はじめに

現在、多くの企業がパソコン(PC)、グループウェアやイントラネットなどの情報インフラの導入を急速に進めている。PCの専有環境(1人1台)化とネットワーク化が進み、投資額が増大していく中で、オフィス業務での情報共有やコラボレーションなどを図ることによってホワイトカラーの生産性向上への期待は高まっており、利用による業務の変化、効果の計測と有効な導入方策に大きな関心が払われている。本稿では、オフィスにおける情報インフラの導入が、業務やコミュニケーションに及ぼす影響について、ある企業における利用者へのアンケート調査により収集したデータを用いて明らかにする。調査の実施要領は表1に示すとおりである。

この企業は、94年よりPC、グループウェアを主体とする情報インフラの導入を開始している。PCについては、96年度末までに管理職及び机上業務を中心とする職場で1人1台、それ以外では2人1台以上という配置が進められている。また、一部では電話回線を暫定的に利用しているが、基本的にはLAN専用回線によりPCのネットワーク化が進められている。現在導入されているグループ

表1 アンケート調査の概要

実施期間	1996年7月24日～8月2日
調査対象	PCを導入しグループウェアが利用可能な社員(電子メールアドレスを保有する社員)
実施方法	調査票をPC上の表計算アプリケーションソフトで作成し、そのファイルを電子メールで配布回収
調査項目	グループウェア利用状況、利用によるコミュニケーションや業務の変化、効果に対する評価、個人属性など
回収率	32.4%

ウェアのアプリケーションは、電子メール、電子掲示板(フォーラム)、電子資料室(ライブラリ)、電子スケジュール管理(カレンダー)である。

2. グループウェアの利用状況

2.1 各アプリケーションの利用状況

図1は、各アプリケーションの利用状況を機能別に示したものである。電子メールは、他のアプリケーションと比べて最も利用頻度が高い。しかし、発信についてはよく利用する人が27.3%を占めている一方で、ほとんど利用していない人もほぼ同様の25.8%を占めている。フォーラムの場合は、投稿する人がほとんどいないのは現段階では

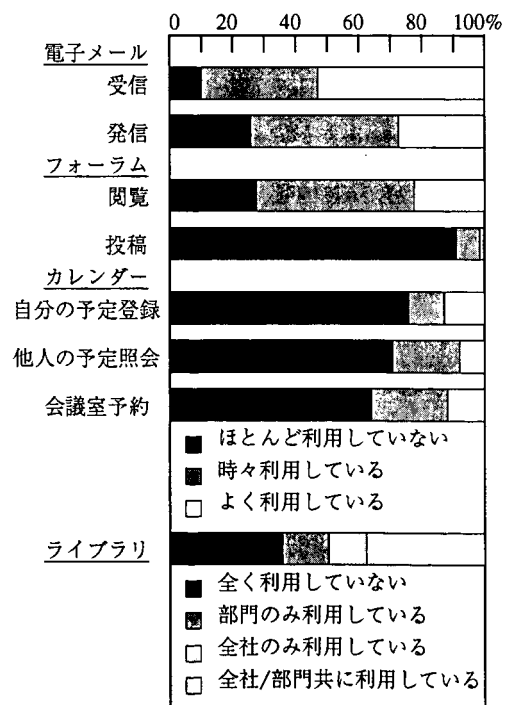


図1 各アプリケーションの利用状況

仕方のない面もあるが、閲覧についてもほとんど利用していない人が 27.6%を占めている。ライブラリもほぼ同様で、ほとんど利用していない人が 35.9%を占めている。カレンダーは、そのいずれの機能についても利用頻度はかなり低い。

利用しない理由としては、必要性が生じないということが、各アプリケーションに共通して最も多く挙げられている。この理由については、今後 BPR の並行的な実施に伴い、電子メディアを利用せざるを得ない状況が増えていくに従って、利用者の認識が改まっていくことが考えられる。これに次ぐ理由としては、利用が浸透していない、PC の台数が不十分などの環境的な要素が多く挙げられており、これらも環境整備が進むに従って解消されることが見込まれる。

2.2 利用状況の決定要因

以上の利用状況は何によって決定されているのだろうか。PC 利用環境や個人属性との関連よりみていくことにしよう。

表 2 は、対数線形モデルによる分析結果を示したものである。モデルには、PC 利用環境として PC 利用人数及びネットワーク接続形態、導入教育、PC 利用ルール、個人属性として職位、そして各アプリケーションの利用状況を用いている。表の最下欄の数値は、各々の主効果と交互作用効果のうち有意なもので構成されるベストモデルの χ^2 自乗検定結果の p 値を示している。その他の数値は、

各アプリケーションの利用状況と PC 利用環境や個人属性との 2 因子交互作用の偏連関、周辺連関の χ^2 自乗検定結果の p 値を示している。

この結果より、いずれのアプリケーションの利用状況にも影響を及ぼしているのは、PC 利用人数及びネットワーク接続形態であることが分かる。いくつかのアプリケーションについては、導入教育や PC 利用ルールも影響を及ぼしている。具体的には、PC 専有、LAN 専用回線接続の環境にある人、導入教育を受講した人、PC 利用ルールの設定がある人の利用頻度が高い傾向がみられる。

3. オフィスコミュニケーションの変化

3.1 各メディアによるコミュニケーション

各アプリケーションの中で最も利用頻度の高いことが示された電子メールは、新しいコミュニケーションメディアとしての側面が強く、オフィス業務におけるコミュニケーションを変革するツールとしての期待が大きい。そこで以下では、従来から利用されてきた電話、ファクシミリなどの他のメディアと比較しながら、電子メールの利用状況とオフィス業務でのコミュニケーションの変化について分析する。

図 2 は、コミュニケーションに関する 7 つの属性を集計したものである。主な特徴として以下が挙げられる。

第 1 に、社内でのやりとりは比較的よく行われ

表 2 各アプリケーションの利用状況を決定する要因

	電子メール	フォーラム	ライブラリ	カレンダー	カレンダー	カレンダー
	発信	閲覧	利用	予定入力	予定参照	会議室予約
職位	.170	.043	.765	.000	.000	.000
	.201	.000	.089	.000	.000	.000
PC 利用人数及び	.000	.008	.000	.000	.001	.000
ネットワーク接続形態	.000	.001	.000	.000	.000	.000
導入教育	.060	.034	.095	.234	.844	.728
	.040	.001	.030	.048	.112	.062
PC 利用ルール	.000	.352	.086	.086	.008	.010
	.000	.246	.041	.090	.008	.003
ベストモデル(全体の適合度)	.965	.328	.852	.929	.231	.346

* 上段が編連関、下段が周辺連関の p 値を示している。

ているものの、社外とは6.5%と極めて少ない。

第2に、伝達・通知と共有・交換が大部分を占めているが、調整・決定にも17.0%とある程度は利用されている。本稿では、コミュニケーションを伝達・通知、共有・交換、調整・決定の3つのレベルに分類している。伝達・通知とは指示、申請、届出や報告などを、共有・交換とは問い合わせ、回答、意見具申や議事録などを、調整・決定とは相談、根回し、意思確認や承認などを含むものとして考えている。

第3に、電話からの代替が31.1%と最も多く、次いで文書回覧、ファクシミリ、face-to-face、郵便・宅配便の順で代替量が少なくなっている。電子メールでなければ発信しなかったという、電子メール特有の補完的なコミュニケーションは2.8%

と極めて少ない。

これらの属性を他の各メディアと比較して、独立性の検定を行ったところ、いずれについても1%有意水準で大きな差異がみられ、各メディアで利用されるコミュニケーションが大きく異なることが示された。表3は、各メディアとの比較からみた電子メールの利用特性を、代替性を除く各コミュニケーション属性別にまとめたものである。

3.2 電子メールによる代替

次に、電子メールが他のメディアから代替したコミュニケーションと、現在でも他のメディアで行われているコミュニケーションとを比較する。独立性の検定を行ったところ、電話、face-to-faceについては、いずれのコミュニケーション属性に

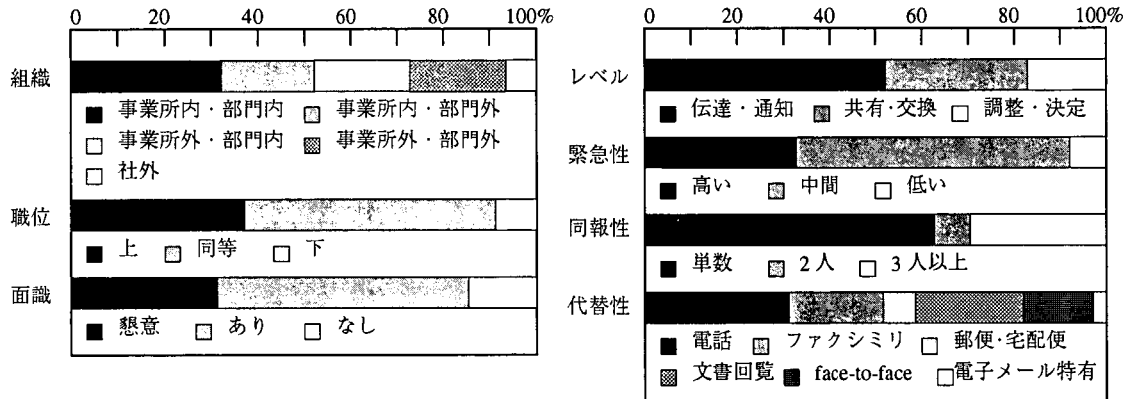


図2 電子メールコミュニケーションの特性

表3 各コミュニケーション属性別にみた電子メールの利用特性

	組織	職位	面識	レベル	緊急性	同報性
具体的な特性	社内での利用が中心	縦の関係での利用が比較的多い	懇意、面識のある人との利用が中心	伝達・通知の用が多い	緊急性の程々、低いものが多い	同報性の高いものが比較的多い
類似メディア	電話	face-to-face	face-to-face	ファクシミリ	郵便・宅配便	face-to-face

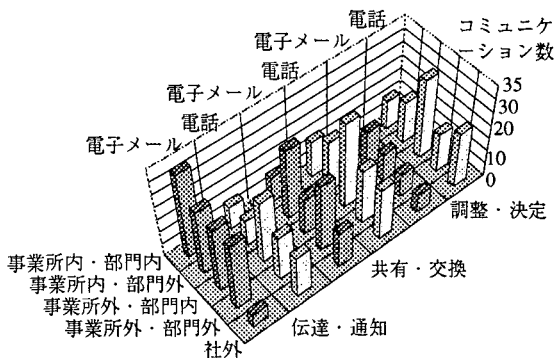


図3 電子メールと電話コミュニケーション

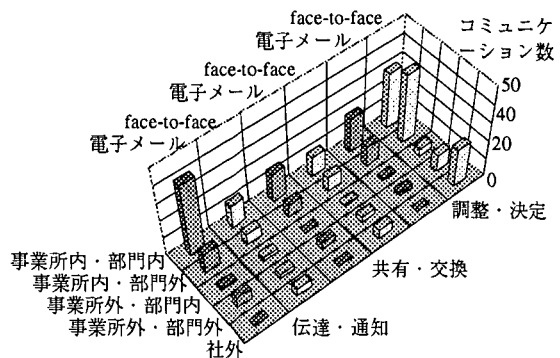


図4 電子メールとface-to-face コミュニケーション

においても1%有意水準で大きな差異がみられたが、ファクシミリ、郵便・宅配便については、あまり有意な差異はみられなかった。すなわち、前者については、代替可能なコミュニケーションと代替不可能なものとの明確に区別されている。

図3~4は、この2つについて、相手の所属する組織とレベル別に示したものである。電話については社内での伝達・通知及び共有・交換が、face-to-faceについては事業所内での伝達・通知が電子メールによって代替されている。特に事業所内での調整・決定については、電子メールによる代替もある程度はみられるが、これは比較的多義性の低い、例えばスケジュール調整などのレベルのものであることが考えられ、大部分はface-to-faceで行われている。なお、ファクシミリについては、事業所外との伝達・通知が代替されているが、社外とのコミュニケーションの多くは代替されていない。郵便・宅配便については、前述したように電子メールによる代替は少ない。

データを収集した企業においても社会全体においても、まだ情報インフラの導入が過渡期にある現段階では、身近な範囲内でのコミュニケーションが主な代替の対象となっている。

3.3 メディア代替モデル

では、今後はどのようなコミュニケーションが電子メールによる代替の対象となり得るのだろうか。そこで、どのようなPC利用環境や個人属性を持つ個人が、どのようなコミュニケーションの際に電子メールで代替するか否かについて、個人選択モデルを用いて分析する。

これは、ランダム効用理論に基づいて、個人 n の選択肢 i を選択することによる効用 U_{in} を、確定項 V_{in} と確率項 ε_{in} とに分解し、その効用関数を推定し、確率項にガンベル分布(ロジットモデルの

$$U_{in} = V_{in} + \varepsilon_{in}$$

$$P_{in} = \exp(V_{in}) / \sum_{j \in A_n} \exp(V_{jn})$$

A_n : 個人 n の選択肢集合

場合)を仮定して得られる個人 n が選択肢 i を選択する確率 P_{in} を求めるものである。

代替性のデータとして、前節で分析した、電子メールが他のメディアから代替したコミュニケーションと、現在でも他のメディアで行われているコミュニケーションのデータを、各メディア毎に用いている。効用確定項には線形を仮定し、最尤法によりパラメータを推定している。

表4はその結果を示したものである。但し、郵便・宅配便については有意なモデルが得られなかった。これらのモデルによれば、いずれのメディアにおいても、コミュニケーション属性が大きく寄与しており、PC利用環境はあまり寄与していない。組織についてはいずれのメディアでも負の値であり、レベルについては電話とface-to-faceのみ正の値であり、緊急性についてはいずれのメディアでも正の値であることから、事業所内での多義性の低い(ファクシミリと比べた場合は高い)、

表4 メディア代替モデルのパラメータ推定結果

変数	電話	ファクシミリ	face-to-face
	推定値 t値	推定値 t値	推定値 t値
PC専有かつLAN専用回線接続環境(1: yes, 0: No)	-0.809	-0.107	-0.902
導入教育の受講経験(1: yes, 0: No)	-0.809	-0.330	-0.966
組織(1: 事業所内, 0: その他)	-0.625	-0.769	-1.378
レベル(1: 伝達・通知, 2: 共有・交換, 3: 調整・決定)	0.665	-0.167	1.042
緊急性(1: 高い, 0: その他)	1.552	1.420	1.261
同報性(1: 1人, 0: それ以上)	7.263	5.529	3.797
選択肢固有定数	0.611	1.383	0.147
	2.229	4.804	0.455
	-1.338	-1.088	-0.203
	-3.419	-2.470	-0.346
サンプル数	491	312	245
修正尤度比	0.214	0.195	0.286
的中率	67.6%	70.5%	74.7%

表5 メディア代替モデルによる電子メール代替率

	実績値	再現値	予測値A	予測値B	予測値C
電話	46.4%	44.6%	51.5%	48.3%	55.4%
ファクシミリ	48.4%	51.0%	51.0%	60.3%	60.3%
face-to-face	40.4%	42.0%	49.0%	51.0%	56.7%

* 予測値AはPC専有かつLAN専用回線接続環境が、Bは導入教育が、Cはそのいずれもが、利用者全体で整備された場合を示している。

緊急性の低いコミュニケーションの際に電子メールが選択されることを示している。また、導入教育、PC 専有かつ LAN 専用回線環境など、PC 利用環境が整備されているほど、電子メールを選択する傾向がみられる。

表 5 は、これらのモデル式を用いて予測したメディア代替率を示したものである。PC 利用環境の変化により、電子メールの他のメディアに対する代替率は、いずれも向上する傾向がみられる。

ファクシミリについては、相手の利用環境が分からない、量が多い、紙でないと受け付けない社内規定文書などが多く存在するなどの理由で、やむを得ず利用したというケースが多いことが考えられる。しかし今後は、社会全体での文書の電子管理化、或いは社内規定の見直しや慣習の変化などにより、代替が進展する可能性は高いといえる。

電話や face-to-face については、時間の経過と共に電子メールとの使い分けが明確に進展し、例えば、極めて多義性の高い調整・決定レベルのコミュニケーションは、face-to-face でしか実現できない、より重要なものとなることが考えられる。

このような状況を変化させるためには、電子メールだけでなく、よりリッチなメディアである TV 会議システムなども含めた情報インフラが社会全体で普及すること、現在のテレワーク先進企業で見られるように、コミュニケーションの性格や状況に応じて、メディアを効果的に使い分ける各人の情報リテラシーの向上や企業内のコミュニケーション文化、風土を変えていくことなどが要件として考えられる。

表 6 業務変化の評価項目

	個人効果	集団効果
効率性	情報伝達迅速化、電話 回覧物減少、業務中断空振り減少、コピー減 減少、打合せ回数減少、郵便・宅配便減少、など	
	ファクシミリ減少など	
有効性	速報情報獲得、現場生 上下間調整円滑化、部情報獲得、情報量拡大 門間調整円滑化など	

4. グループウェア利用による業務変化

4.1 オフィス業務変化の捉え方

前章でみたような電子メールによる従来のメディアの代替、或いはグループウェアの利用により、オフィス業務上でどのような変化が発生するのであるか。表 6 は、その変化を捉えるために用意した、4 分類の評価項目のうち電子メールに関する部分を列挙したものである。

効率性とは、オフィス業務において従来から存在した部分の削減により効率化すること、有効性とは、従来不可能であったオフィス業務が可能になることにより有効になることを意味している。また、個人効果とは、個人単位でも独立して発生し得る効果、集団効果とは、組織や社会全体での利用がないと発生し難い効果を意味している。

4.2 業務の変化に対する評価

図 5 は、電子メールの利用による業務変化に対する評価を示したものである。情報伝達迅速化、

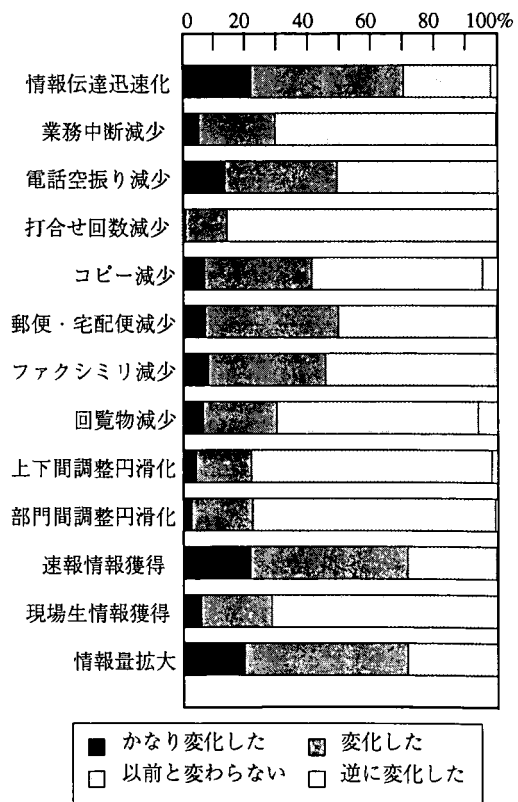


図 5 業務変化に対する評価

速報情報獲得、情報量拡大の3つにおいて、変化したとする評価がそれぞれ70.1%、71.3%、71.4%を占めている。次いで電話空振り減少、コピー減少、郵便・宅配便減少、ファクシミリ減少などの評価が高く、効率性、有効性を問わず個人効果としての側面の強いものが変化したと評価されている。逆に、打合せ回数減少、上下間調整円滑化、部門間調整円滑化については変化がないという評価が多い。このような集団効果としての側面が強い項目は、PC利用環境によって利用状況が異なる導入の初期段階からすぐに評価されるものではない。但し、コピー減少、回覧物減少については、逆に変化したという評価がそれぞれ4.8%、6.2%を占めている。これは、例えば電子メールの内容をプリントアウトして回覧するなどといった、環境整備の過渡期においてしばしばみられる、電子メディアと既存メディアとの併用による二重の情報伝達が行われていることなどを反映したものと考えられる。しかし、このような状況は環境整備の進展に伴って減少していくものと考えられる。

4.3 業務の変化に対する評価の決定要因

以上でみてきた業務の変化に対する評価は何によって決定されるのであろうか。

評価値の平均値の差を分散分析により検定した結果では、PC利用人数、PC利用ルール、職位、ネットワーク接続形態などが評価に大きな影響を及ぼしている。環境が整備された人の多くが高く評価している傾向が明確にみられる。

逆に、PC利用経験、導入教育、相談相手などはあまり影響を及ぼしていない。また、変化したとする評価が多くみられた情報伝達迅速化、速報情報獲得、情報量拡大については、多くのPC利用環境や個人属性で評価に差異がみられるが、変化したとする評価が全体的に少ない打合せ回数減少、現場生情報獲得については、そのような評価のばらつきはあまりみられない。集団効果としての側面の強い現象については、環境整備が進展した人

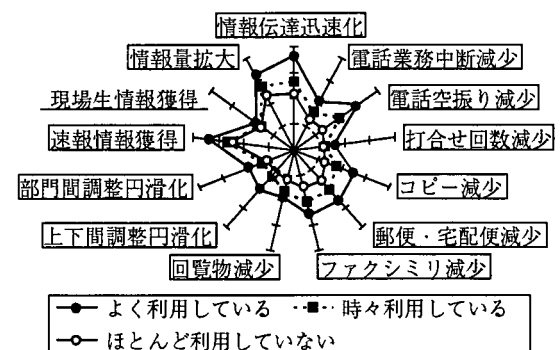
の中でも、利用が全体的に浸透しなければ変化したとする評価をしない人が多いことが反映されている。但し、上下間調整円滑化、部門間調整円滑化については、経営職の人ほど変化したとする評価が多いなどのばらつきがみられている。

以上のPC利用環境、個人属性よりも多い全ての項目において、評価に統計的に有意な差異がみられたものが利用状況である。図6は、電子メール発信状況別に業務の変化に対する評価を示したものである。電子メールをよく発信する人ほど、その利用により業務が変化したとする評価が多くなっている。

4.4 情報インフラ導入と利用効果の因果構造

これまでの分析結果より、情報インフラ導入と利用による効果に関する因果関係として、以下が考えられる。すなわち、PC利用環境がグループウェア(GW)の利用状況を決定し、更にその利用状況が、利用による業務の変化に対する評価にも大きく影響しているという構造である。そこで、この因果構造を、共分散構造モデルを用いて検証してみよう。

最初に、「PC利用環境」(ξ_1)、「GW利用状況」(η_1)、「GW利用効果」($\eta_2 \sim \eta_5$)という6つの潜在的な因子の存在を仮定する。そして、各々の潜在変数は、これまでみてきたアンケート調査の項目により計測されているものと考え、以下のよう



* 軸の外側ほど「かなり変化した」評価を示す
** 囲み、下線は統計的に有意な差異がみられた項目を表わす

図6 利用状況別みた業務の変化に対する評価

は、PC 利用人数及びネットワーク接続形態、導入教育、PC 利用ルール、PC 利用時間、電子メール発信頻度、フォーラム閲覧頻度など各アプリケーションの利用状況に関する 7 変数により計測される。また、 $\eta_2 \sim \eta_5$ は、各アプリケーションの利用による業務変化の評価項目を用いて行った(探索的)因子分析の結果抽出された潜在変数である。それぞれで高い因子負荷量を示していた項目を、その潜在変数固有の観測変数として用いている。具体的には、紙メディア代替効果(η_2)は、コピー減少、郵便・宅配便減少、ファクシミリ減少の 3 変数、資料作成支援効果(η_3)は、資料検索時間短縮、文書作成時間短縮の 2 変数、スケジュール調整支援効果(η_4)は、スケジュール調整円滑化、会議室予約迅速化の 2 変数、情報共有・業務効率化効果(η_5)は、情報伝達迅速化、業務中断減少、調整円滑化、情報共有向上など 6 変数により計測される。これらを測定方程式として以下のように定式化する。ここで、 x は観測変数ベクトル、 η 、 ξ は潜在変数ベクトル、 K 、 Λ は未知パラメータ行列、 e は誤差項ベクトルである。

$$x = K\eta + \Lambda\xi + e$$

次に、潜在変数間の関係として、 ξ_1 が η_1 を決定し、 η_1 が $\eta_2 \sim \eta_5$ を決定するという因果関係を

考える。従って、 ξ_1 は外生潜在変数、 $\eta_1 \sim \eta_5$ は内生潜在変数となる。これらを構造方程式として以下のように定式化する。ここで、 $B_{\#}$ 、 Γ は未知パラメータ行列、 ζ は誤差項ベクトルである。

$$\eta = B_{\#}\eta + \Gamma\xi + \zeta$$

図 7 は、以上の定式化に基づいて、最尤法で推定した未知パラメータ行列(因果係数)の値を示したものである。モデル全体の適合度を表わす GFI 値は.812、AGFI 値は.769 となっている。符号条件についてはこれまでの結果と整合性を保っている。特に PC 利用環境から観測変数への因果係数はあまり高くはなく、この潜在変数を計測するにはこれら 3 つの観測変数以外の項目も検討する余地がある。しかし、潜在変数間の因果係数は比較的高い値を示している。従って、PC 利用環境がグループウェアの利用状況を決定し、更にその利用頻度が、利用による業務の変化や効果に対する評価にも大きく影響するという構造は概ね説明できると考えられる。

5. おわりに

情報インフラを導入した後、組織全体での利用頻度を高め、集団効果を発生させていくための有効な方策として、どのようなものが考えられるだろうか。図 8 は、情報インフラを導入してもその

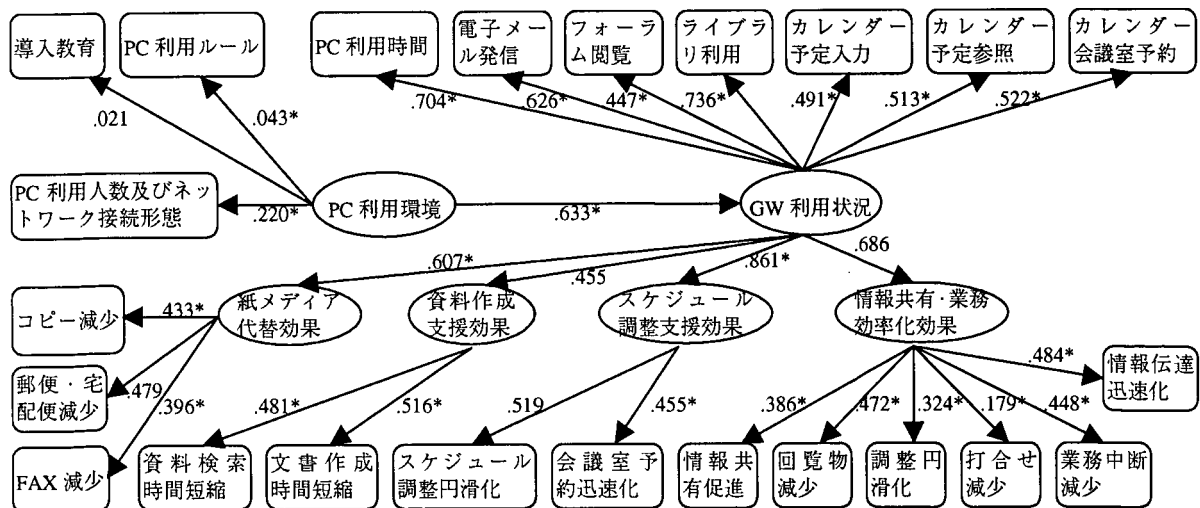
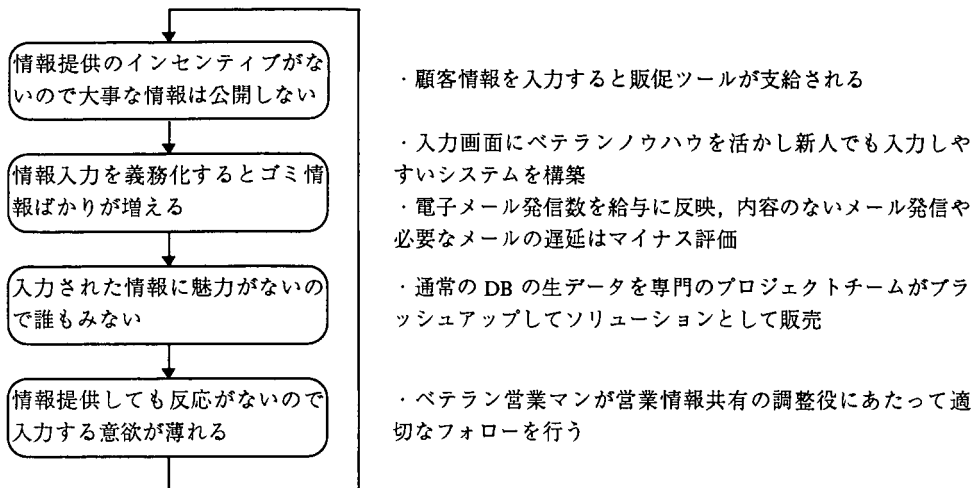


図 7 情報インフラ導入と利用効果の因果構造



* 日経情報ストラテジー1996年4月号～97年3月号を参考に作成

図8 情報インフラ導入の際に発生し得る悪循環と先進企業における工夫

効果あまり発生していないという企業に共通する悪循環の構造を左側に、それを好循環に変えた先進企業における工夫の事例を右側に示したものである。

最初に、質の良い情報を獲得するために、情報提供・入力のインセンティブを高める工夫が必要である。そのため、ある企業では営業マンがDBに顧客情報を登録すると顧客専用の販促ツールが支給されるなどの営業支援が受けられる仕組みを設けている。

次に、情報量を優先させるあまり、情報提供や入力を義務化すると、あまり重要でないゴミ情報が蓄積されることにもなりかねない。そこである企業では、入力フォーマットを工夫して、慣れていなくても、時間がないときでも的確に入力できるようなインターフェースの改良を行っている。

ある企業では、電子メール発信数を給与の査定に直接反映させた結果、発信数が膨大になったため、内容のないメールや必要なメールの遅延をマイナスの評価とすることにより、情報の質的向上を図っている。更に、入力された情報に魅力を持

たせるため、ある企業では、社内に偏在している様々な情報を、専門のチームが発掘してとりまとめ、その成果物を社内で販売する仕組みをつくっている。また、入力した情報に対する反応がないことも入力意欲を失わせることになる。その対策として、ある企業ではベテランが情報共有の調整役として適切なフォローを行っている。

以上の例は一部であり、他にも多くの企業で様々な方策が行われている。このように情報インフラの利用頻度を高め、その効果をより発揮させるためには、それぞれの企業文化や風土に見合った方策を、導入の段階に応じて行っていく必要がある。

【参考文献】

- [1] 馬場健司(1997), 情報インフラがオフィス業務やコミュニケーションに及ぼす影響の分析, 電力中央研究所依頼報告:Y96502.

(ばば けんし
電力中央研究所 経済社会研究所)

公共投資の地域配分に関する実証研究

The Allocation of Public Investment among Regions

大河原 透 山野 紀彦

1. はじめに

財政構造改革が進められる中、公共投資を先送りするかたちで削減することが決定された。このため、公共投資への依存度が高い地方圏を中心に、公共投資削減が実体経済に及ぼす影響への関心が高まっている。この影響については、当所で実施している「経済・エネルギー需給の中期展望」のなかで分析を進めており、分析結果を98年3月以降に取りまとめる予定で作業を進めている。ここでは、地域経済展望の基礎的な研究として、97年夏までに実施した公共投資・社会資本整備と地域経済の関係を分析した大河原・山野(1997)の結果を紹介する。

2. 研究の動機

分析結果の紹介に先立ち、社会資本の生産力効果や公共投資の地域配分に関する分析に取り組んだ研究の動機を明らかにしておきたい。

公共投資・社会資本形成をいつ、どのように行うかについて、近年さまざまな議論がなされている。その代表的なものとして「時のアセスメント」や公共投資の入札制度の見直しに関する提言が行われている(たとえば、西藤他(1997))。この背後には、増大する財政赤字と硬直的な財政運営への批判の高まりがある。

財政赤字と公共投資の関係は非常に重要な政策課題であり、これには個別プロジェクトベースの採算性の評価分析が欠かせない。しかし、これを行うにはプロジェクトベースのさまざまな情報が必要で、情報公開なくしては分析も進まない。そこで、

大河原・山野では、個別プロジェクトではなく、都道府県を対象にして、公共投資がもたらす経済効果の分析を行った。

公共投資の経済分析では、公共投資を受注する建設業や資材を供給する製造業などへの直接的影響、さらにはこれが経済全体へ効果が波及するという、公共投資の需要創出に関する「乗数効果」の分析はしばしば行われている。この効果は長くとも数年で消えてしまう短期的な効果である。しかし、公共投資・社会資本がもたらす長期的な効果を勘定に入れ、議論を行うことが重要である。なぜなら、公共投資は社会資本に転じ、経済活動を間接的にではあるが、長期的に支えているからである。これが社会資本の「生産力効果」である。公共投資が行われることにより、地域の経済活動を支える個別具体的な社会資本ストックが形成される。この公共投資・社会資本の地域性に着目すれば、単にマクロレベルで分析を行うのではなく、地域レベルでの分析が重要であることがわかる。

地域経済ではもちろん、日本経済全体でも社会資本の生産力効果に関する実証研究は十分に行われているわけではない。社会資本の生産力効果をも勘案し、公共投資の役割、さらには公共投資の地域配分のあり方を考える判断材料を提供することを目的として、本研究は行われた。

3. 公共投資・社会資本の影響分析

公共投資は社会資本を形成し、蓄積された社会資本により円滑な経済活動が支えられている。電力中央研究所では、地域経済研究の一環として地域に蓄積された社会資本と地域経済の関係

を明らかにする研究に取り組んでおり、ここでは最近得られた二つの分析結果を紹介する。一つは社会資本の生産力効果に関するものであり、もう一つは公共投資の地域配分の変化が社会資本を介して経済に及ぼす長期的な影響に関するものである。

前者の分析は、就業者や民間資本と同列の生産要素として社会資本を取り上げたとき、それが各都道府県の生産にどのように寄与しているかを定量的に明らかにする試みである。後者は、日本全体で実施した公共投資総額を実績値に固定した上で、都道府県レベルで公共投資の配分を変化させたときに、出現する経済への影響を分析したものである。これは公共投資の地域配分に関する試行実験であり、日本全体の総生産額、都道府県間の所得格差に対する影響を明らかにするものである。

3.1 社会資本の賦存量

社会資本がどれだけ各地域に蓄積されているかを示す公的なデータは、近年公表されていない。社会資本と地域経済の経済分析の研究蓄積が少なかったのは、データが用意されていないためでもある。電力中央研究所では、筆者らが中心となって1985年より、1970年以降の都道府県を対象にして、産業別の民間資本ストック、就業者数などの推計とともに、道路、港湾、文教施設など12の目的別に社会資本ストックの推計を行っている。

このデータベースによれば、日本の社会資本は1993年には総額で596兆円(90年価格表示)存在する。1975年から93年の間に、経済規模は実質で1.9倍に拡大したが、社会資本は2.7倍に拡大しており、この間に日本は公共投資を積極的にを行い、社会資本を蓄積してきたことがわかる。

都道府県別に社会資本の賦存量をみると、

表1: 社会資本ストック額と社会資本総生産比率 (金額は90年価格・兆円)

	社会資本 ストック額	県内総 生産額	社会資本 総生産比率		社会資本 ストック額	県内総 生産額	社会資本 総生産比率
北海道	45.4	17.4	2.61	滋賀	4.8	4.9	0.97
青森	8.6	3.8	2.22	京都	9.6	8.9	1.08
岩手	9.1	3.9	2.30	大阪	35.9	37.4	0.96
宮城	11.9	7.4	1.61	兵庫	25.5	18.9	1.35
秋田	7.8	3.3	2.35	奈良	5.4	3.1	1.74
山形	6.8	3.6	1.92	和歌山	5.6	3.0	1.86
福島	10.2	6.9	1.48	鳥取	4.0	1.8	2.19
茨城	13.3	9.4	1.41	島根	5.2	2.1	2.44
栃木	7.7	7.0	1.10	岡山	10.8	6.7	1.60
群馬	7.9	6.8	1.16	広島	14.9	10.2	1.47
埼玉	19.7	17.8	1.11	山口	8.4	5.1	1.64
千葉	21.7	15.8	1.38	徳島	4.7	2.3	2.07
東京	61.5	80.7	0.76	香川	5.1	3.3	1.56
神奈川	27.8	27.2	1.02	愛媛	7.2	4.3	1.67
新潟	16.1	8.1	1.99	高知	5.4	2.1	2.52
富山	6.2	4.0	1.56	福岡	20.2	16.3	1.24
石川	6.5	4.0	1.64	佐賀	5.4	2.4	2.20
福井	5.9	2.7	2.17	長崎	7.8	4.2	1.88
山梨	5.1	2.7	1.92	熊本	8.7	5.0	1.74
長野	13.4	7.0	1.92	大分	6.7	3.8	1.78
岐阜	9.4	6.5	1.45	宮崎	6.7	2.8	2.38
静岡	13.8	13.5	1.02	鹿児島	10.1	4.6	2.21
愛知	26.8	28.7	0.93	沖縄	7.0	2.9	2.36
三重	8.3	5.9	1.42	全国	595.8	450.3	1.32

1993年では最大の東京都で61.5兆円、最小の鳥取県で4.0兆円となる。各県の経済活動に比例して、社会資本が存在するようにみえるが、総生産額あたりの社会資本の比をとると、北海道の2.61から東京都の0.76まで幅広く分布している。この比率の全国平均は、1.32であるが、高知、島根といった県で大きな値を取るのに対し、大都市を抱える都府県で比率は小さい。つまり、経済活動の大きさと社会資本の蓄積はほぼ比例関係が見出せるが、生産額で社会資本の賦存量を基準化してみると、経済活動の集積が相対的に密な地域には、生産額に対し相対的に社会資本の賦存量は少ない傾向がみられる。(表1参照)

3.2 社会資本の生産力効果

社会資本は地域経済を支える基盤として重要な役割を果たしており、各地域の経済活動と社会資本の関係を定量的に把握するのが生産力効果の分析である。

ところが、これを地域ごとに把握するのは容易でない。たとえば社会資本が整備されたからといって、生産が直ちに増加するとは限らない。したがって、ある地域を対象に、時間の経過のなかで、社会資本の生産力効果を時系列で抽出するのが困難なこともある。また、いくつかの地域を対象にして分析を行うと、既に明らかにしたように、生産活動が集積している地域に、相対的に多くの社会資本が存在しないため、社会資本の生産に対する貢献がうまく抽出することができないことがある。したがって、社会資本の効果をうまく計測することが出発点になる。

47都道府県クロスセクションデータや各地域別の時系列データを用いて推定を行うと社会資本項がうまく推定されない年や地域がある。また、今回は過去10数年の公共投資の地域配分に焦点をあてているため、各地域が同じ生産構造を持つと仮定したプーリングデータを用いて分析を進める。

このため、1975年から1993年までの全国47都道府県のデータを全て用い、就業者と民間資本に

加え社会資本を生産要素として取り上げ、各生産要素の総生産額への寄与を明らかにするため、コブダグラス型の総生産関数を推定した。

推定に当たっては、各県に規模の経済が存在すること、社会資本の生産への貢献は各県で異なることを仮定した。この推定結果を示したのが表2と表3である。

社会資本のパラメータは民間資本より小さく、おおむね半分程度である。この生産関数は規模の経済も存在し($b+c+d>1$)、また社会資本も導入されているので、資本と労働への理論的な分配率を議論することはできないが、2つのパラメータの和は1.13でその比は1対3である。したがって、社会資本が生産物の分配に預からないとするなら、民間資本への理論的な分配率は約25%、就業者へのそれは75%と類推することができる。

次に、各生産要素の限界生産力の推移をみておこう。(図1-図3参照)

民間資本の限界生産力は、投資が増えるなかで各県で減少する。また、就業者が相対的に希少な生産要素になるなかで、就業者の限界生産力は、各県で確実に上昇している。社会資本の限界生産力は、各県の各年で正の値を取り、社会資本は生産に貢献していることが確認できる。

表2：総生産関数の推定結果

$$\ln Y = a + b \ln K + c \ln E + d \ln G$$

	推定パラメータ
定数	-3.190 (5.90)
Ln K	0.284 (19.0)
Ln E	0.849 (18.6)
Ln G	表3参照
自由度修正 済決定係数	0.99

()内は t 値

表3: 各県の社会資本の推定パラメータ

県	パラメータ	県	パラメータ	県	パラメータ
北海道	0.137	富山	0.163	岡山	0.156
青森	0.157	石川	0.167	広島	0.156
岩手	0.151	福井	0.159	山口	0.158
宮城	0.157	長野	0.149	徳島	0.166
秋田	0.156	岐阜	0.157	香川	0.166
山形	0.158	静岡	0.151	愛媛	0.155
福島	0.152	愛知	0.144	高知	0.160
新潟	0.147	三重	0.160	福岡	0.148
茨城	0.153	滋賀	0.181	佐賀	0.164
栃木	0.165	京都	0.162	長崎	0.159
群馬	0.160	大阪	0.144	熊本	0.156
埼玉	0.152	兵庫	0.151	大分	0.159
千葉	0.150	奈良	0.178	宮崎	0.152
東京	0.146	和歌山	0.161	鹿児島	0.152
神奈川	0.151	鳥取	0.176	沖縄	0.172
山梨	0.170	島根	0.164		

ただし、社会資本の限界生産力は、県ごとに異なる動きを示す。東京都では、社会資本の限界生産力は高止まりするのに対し、地方圏では低下傾向にあり、しかも相対的に小さな値を取っている。また、多くの県で社会資本の限界生産力は、民間資本より小さく、社会資本がより間接的に生産に貢献している状況が見とれる。ただし、東京都や愛知県では、80年代後半より、社会資本の限界生産力が民間資本の限界生産力を上回っている。

東京都や愛知県で社会資本の限界生産力が大きいのは、これらの地域で生産関数の社会資本のパラメータが特段に大きな値を取っているわけではなく、総生産額・社会資本比率が大きいことによる。経済活動の大きさに対比して、社会資本の蓄積が少ないことが指摘でき、これにより東京都や愛知県で、社会資本の限界生産力が高まっている。

4. 公共投資地域配分シミュレーション

社会資本は各地域の生産に確実に貢献しているが、これには地域差が存在する。この生産力効果の差異に基づき、各地域への公共投資を変化させたとき、日本経済の総生産額、地域間の

経済格差にどのような影響が出現するかを分析する。これは、各年ごとに、公共投資というパイの大きさは一定であるが、その切り方を変化させたときの影響分析である。

公共投資の地域配分問題は、「地域格差の是正」と「経済効率の追求」という明らかに同時には達成できない政策目標の重み付けをどのように行うか、つまり、「公平」と「効率」のどちらに重きを置くかという公共選択の問題に帰着する。たとえば、東京都など社会資本の生産力効果の大きい地域で公共投資を増加させると、日本の総生産額は増加する。しかし、他方で公共投資が減少する地域も出現し、しかもこのような地域では一人当たり所得が一般的には低く、結果として、地域の所得格差が拡大してしまう。

このように公共投資の地域配分では、「公平」と「効率」のトレードオフに直面している。このトレードオフが定量的にどのように出現するかを、数値シミュレーションで検討する。全国で実行可能な公共投資の総額を実現値に固定し、1976年から1993年までの公共投資の地域配分を、以下に示す3つのケースを設定し、現実の地域配分（基準ケース）との対比で、日本の総生産額

● 東京 ▲ 愛知
 × 宮崎 * 鹿児島
 ◆ 北海道

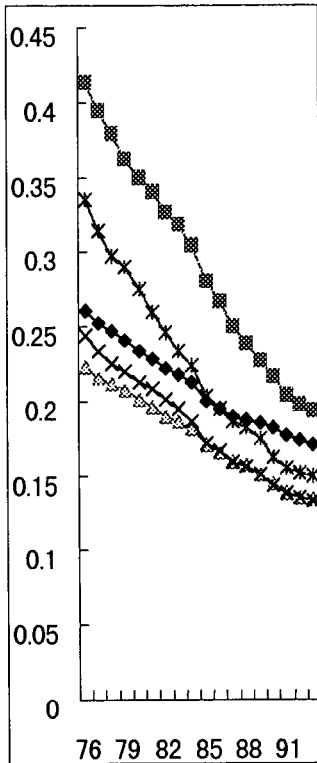


図1 民間資本の限界生産力

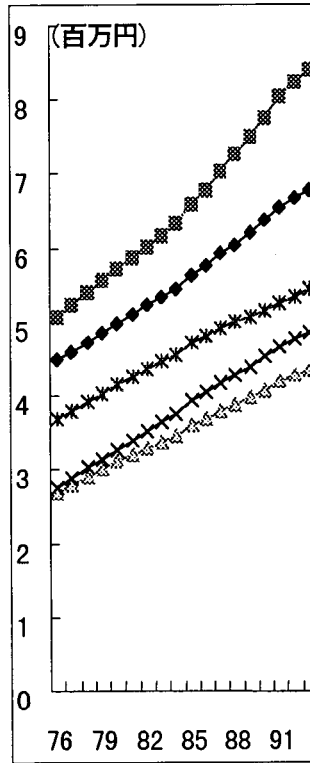


図2 就業者の限界生産力

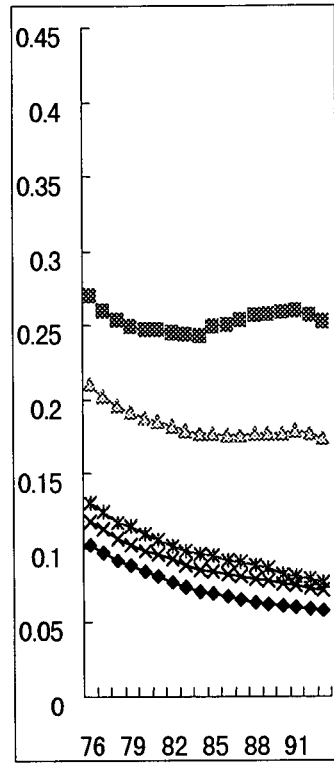


図3 社会資本の限界生産力

と地域経済格差に対する影響をみた。

第1のケースは、県ごとに就業者一人当たりで同額の公共投資に預かるという等量配分ケースである。したがって、各県の公共投資の総額は、就業者数に比例する。

第2のケースは、一人当たり所得のより少ない県により多くの公共投資を配分するものである。「より所得の少ないものが、より多くを得る」ことになり、これはいわゆるロールズの公正基準にしたがうものであり、ここでは公正配分ケースと呼ぶ。

第3のケースは社会資本の限界生産力の大きい県から、順次優先的に公共投資を配分し、各年の全国の公共投資総額に到達したところで、配分を打ち切るものである。これを効率配分と呼ぶ。このとき、公共投資の配分に預からない

県も出現するが、社会資本の限界生産力は公共投資の配分を受けた県では低下するため、時間の経過とともに各県の社会資本の限界生産力は均等化する方向にある。

これらの配分による経済影響を評価するために、1993年時点で各ケースの差異をみた。これが表4である。

基準ケースのもとで1993年に出現していた県間の最大と最小の一人当たり生産格差は1.94であった。等量配分ケースでは、この倍率は2.08まで拡大する。また、国内総生産も基準ケースよりも低下する。つまり、現状の地域配分は、等量配分よりも格差是正に寄与するものであり、日本の公共投資の地域配分は地域格差の解消を狙ったものであったといえる。

公正配分を行うと、所得格差は確かに是正さ

表4: 公共投資の地域配分シミュレーション

年	a: 基準ケース		b: 等量配分		C: 公正配分		d: 効率配分	
	1976	1993	1976	1993	1976	1993	1976	1993
国内総生産額(兆円)	250.5	470.6	250.6	474.3	250.1	451.3	251.3	477.3
全国平均所得(万円)	468.5	741.7	468.7	748.2	467.8	711.4	470.1	752.3
最小最大格差比率	1.92	1.94	1.93	2.08	1.84	1.64	2.02	2.42

れ1993年の県間一人当たり生産格差の最大最小倍率は1.64まで縮小するが、国内総生産額も20兆円ほど減少し451兆円となる。

効率配分を行うと、93年時点での、県間の一人当たり生産格差の最大最小倍率は2.42まで拡大するが、日本全体で471兆円であった総生産額は、現実の地域配分のもとでの総生産額に対して総額で約7兆円、率では約1.4%程度増大する。

予期されたことではあるが、国内総生産額は、効率配分、等量配分、基準ケース、公正配分の順序で大きくなる。また地域格差は、公正配分、基準ケース、等量配分、効率配分の順に是正される。

公共投資の地域配分を変化させると、社会資本のストック効果を通じて、国内総生産額や地域所得格差に対して、ここで示したような差異が生じることを定量的に明らかにすることができた。

5. まとめ

大河原・山野(1997)では、日本の全国47都道府県を対象に、社会資本を導入した県別の総生産関数を推定し、社会資本の生産力効果を定量的に明らかにした。

このとき、各県で社会資本の生産力効果は異なるが、このことに着目し、公共投資の地域配分を変化させたときの影響のシミュレーション分析を行った。

この分析結果によれば、公共投資を限界生産力の高い地域に重点的に配分することを繰り返すと、およそ20年後には国民経済全体でGDPが約1.4%ほど増大する。ただし、このとき地

域間の所得格差も大きく拡大し、現状では最大所得県と最小所得県の倍率（一人当たり生産額で）が約2倍の格差が、2.5倍へと拡大する。

公共投資の地域配分を通じ、国全体の生産額の拡大を目指すとして、地域間所得格差が拡大する。また、地域間所得格差の縮小を目指せば、国全体の生産額は縮小する。このように、公共投資の地域配分では、効率と公平のトレード・オフが存在する。二つの目標は同時には達成できないため、どのような政策スタンスで公共投資の地域配分に望むかは、政策決定の舵取りに関わる問題となる。

行政改革では中央省庁のかたちも変わることになっており、今後の公共投資の目的別配分や地域配分では、従来の省庁の枠組みにとらわれることなく、新たな視点で公共投資のあり方を考えることが重要であるが、公共投資の地域配分も例外ではない。ここで紹介した研究が、公共投資の地域配分を考えるときの参考になれば幸いである。

【参考文献】

1. 大河原透・山野紀彦(1997)、「公共投資の地域配分に関する実証研究」、電力中央研究所研究報告 Y97003、1997年8月。
2. 西藤沖、吉野直行、薄井充裕、堀一、中島正人、室田弘壽、足立直己、飯山養司(1997)、「社会資本の構造改革に向けての論点整理」、経済分析、政策研究の視点シリーズ10、経済企画庁経済研究所、1997年8月。

（ おおかわら とおる
やまの のりこ
電力中央研究所 経済社会研究所 ）

G5 諸国の比較優位の決定要因について

On the Determinants of Comparative Advantage for G5 Countries

キーワード:比較優位、HOV モデル、レオンチェフ・パラドックス、知識資本、G5 諸国

櫻井 紀久

1. はじめに

戦後の日本経済の発展は、単純労働による軽工業化から始まって、物的資本を軸とした重化学工業化、石油ショックを境とした熟練労働を主体とした機械工業化、さらに活発な研究開発(R&D)投資によるハイテク化というように順次貿易・産業構造の高度化を実現してきた。また、ポスト・キャッチアップ時代を迎えた最近では、科学技術・教育等の「知識資本」の一層の充実による「超ハイテク化」が次なる政策目標として論議されている。

従来から、こうした貿易・産業構造の高度化とそれを実現する生産要素の蓄積との関係は、経済学の主要テーマの1つであった。特に、ヘクシャー・オリーン(HO)の貿易理論は、1国の比較優位の決定因を生産要素の蓄積状況に求めている。以下で紹介する研究は、この関係を定量的に評価するため、日本をはじめとするG5諸国の比較優位の変化パターンと要素蓄積の関連を分析したものである¹。詳細は、櫻井(1997)を参照の事。

2. HO理論とレオンチェフ逆説

HOモデルによれば、「各国は相対的に豊富な生産要素をより集約的に使用する財を輸出し、相

対的に希少な生産要素をより集約的に使用する財を輸入する(傾向にある)」。2国・2財・2生産要素(例えば、資本と労働)から成る単純モデルでは、このことは、例えば「日本は技術・資本集約的な中間財・資本財を輸出し、労働豊富なアジア諸国は労働集約的な財を輸出する」という比較優位に関する「常識」を理論面でサポートしている。

しかしながら、この一見自明な命題(HO定理宇という)を実際のデータを使って検証することは、実は必ずしも容易ではない。後に「レオンチェフ・パラドックス」として知られるようになった米国に関するレオンチェフの研究に触発された多くの実証研究では、定理の現実妥当性を示唆する分析はむしろ少数である²。その理由が、理論の欠陥にあるのか、データや検証方法に問題があるのかについては、未だ合意は得られていない。ただし、定理の検証方法に関しては、Leamer(1984)による重要な貢献がある。リーマーは、レオンチェフが用いた1947年の米国データは、当時の米国の貿易黒字を反映し、資本、労働サービスとも純輸出国で

¹ 取り上げる生産要素は、労働、物的資本、人的資本、知識資本の4つである。労働は就業者数、物的資本は工場・設備等の民間企業資本ストックを用いた。人的資本(製造業のみ)は、最低賃金部門(繊維等)と各部門の賃金プレミアム分で計測した。さらに、知識資本は民間企業のR&D投資額を除却率等を考慮して積み上げたR&D資本ストック変数で代用した。利用データの詳細は、櫻井(1997)を参照の事。

² Leontief(1953)は、1947年の産業連関表を用いて米国経済の輸出、輸入それぞれに体化した直接・間接の資本、労働の投入量を計測した。そして、彼は、当時米国は世界で最も資本豊富国と見られていたことから、

$$\lambda = \frac{K_m/L_m}{K_x/L_x}$$

が1以下であるかどうかを検証した(分子・分母は、それぞれ輸入と輸出の生産に直接・間接的に体化した資本・労働比率を表す)。この有名なテストの結果は予想に反し $\lambda = 1.30$ となった。すなわち、資本豊富国であるはずの米国が、HO定理の予測とは全く逆に、資本集約財を輸入し労働集約財を輸出しているという逆説的な結果が生じたのである。

あったことに注目し、このときレオンチェフが行ったテスト($\lambda < 1$, 脚注 2 参照)は、米国が資本豊富国であることと矛盾しないこと、さらにレオンチェフのテストが妥当性を持つのは、純貿易に体化した資本及び労働のコンテンツ(含有量)が正反対の符号を取るときに限られることを明らかにした。

リーマーが提示した論理的に正しいテストは以下の通りである。すなわち、生産要素 i と k について、

$$\frac{F_i^E - F_i^M}{F_i^C} > \frac{F_k^E - F_k^M}{F_k^C} \quad (\text{A})$$

という不等式が成り立つとき、当該国は生産要素 i が要素 k に比べて相対的により豊富である。ただし、 F^E 、 F^M 、 F^C はそれぞれ輸出、輸入、消費量の生産に直接・間接に必要な生産要素コンテンツ(総含有量)であり、産業連関表と産業別要素投入係数を用いて計測される。

このリーマーの方法は、1 国ベースの比較優位の検証には適するが、多数国間で行うには工夫が必要である。Bowen, Leamer and Sveikauskas (以下 BLS, 1988)は、リーマー・テストを貿易各国の相対要素賦存量を考慮して多数国のケースへ拡張したものであり、次の HOV (ヘクシャー・オリーン・バネック) 定理を直接の検証対象としている。

HOV 定理: 各国は、豊富な生産要素サービスを純輸出し、希少な生産要素サービスを純輸入する。

この定理は、次の HOV 方程式

$$AT = V - sV_W$$

に基づく。ここで、 A = 生産要素の投入係数行列、 T = 純輸出ベクトル、 V = 当該国の要素賦存量ベクトル、 V_W = 世界全体の要素賦存量ベクトル、 s = 世界全体に占める当該国の消費シェア(スカラー)である。

上式の左辺は、当該国の純輸出の要素コンテンツ・ベクトルであり、その要素が正(負)の符号ならばその生産要素は純輸出(輸入)される。一方、右辺は超過要素供給量ベクトルを表し、その要素が正(負)ならば、その生産要素の世界シェアが当該

国の消費シェアより大きい(小さい)ことを意味し、その生産要素は当該国において豊富(稀少)であると定義される。それゆえ、上記方程式の左辺の貿易の要素コンテンツと右辺の供給面から計測された要素賦存量とが一致することが HOV 定理の中身である。

定理の検証は、方程式の左辺と右辺を独立に計測し、各要素の大小関係や符号条件(純輸出であれば正、純輸入ならば負)が整合的であるか否かがポイントとなる。ただし、左辺の貿易の要素コンテンツの値は各国の貿易不均衡の程度にも依存するためこれを調整してやる必要がある。その結果、BLS は、HOV 方程式を変形した次式

$$Z_{ik} = (F_{ik}^A / V_{Wk}) / (GNP_i / GNP_W) \\ = (V_{ik} / V_{Wk}) / (GNP_i / GNP_W) - 1 \quad (\text{B})$$

を具体的な検証式とした。式の右辺は、供給面からみた i 国の生産要素 k の GNP 比で調整後の要素賦存量の尺度を表す。他方、左辺の Z_{ik} は貿易不均衡調整後の生産要素 k の国内供給の(純)輸出シェアである(F_{ik}^A は貿易不均衡調整後の貿易の要素コンテンツを表す)。

3. 分析結果

紙幅の都合で、以下では前述の HOV 定理の検証結果を中心に紹介しよう。以下では、G5 諸国を対象とする BLS テスト(B 式)、日本を中心としたリーマー・テスト(A 式)の2つのテスト結果を吟味し、比較優位と要素蓄積の関連を探ってみよう³。

3.1 G5 諸国に関する BLS テストの結果

表1は、G5 諸国における実質 GDP、各生産要素の賦存量、G5 諸国全体に占める GDP、各生産要素のシェア、さらに労働1人当たり各資本量の時系列変化(1975~90 年)を示している。G5 を世界全体とすると、貿易が収支均衡しているとき各国

³ BLS は生産技術は各国で同一という HO 理論の前提との整合性を保つため、各国共通の技術係数として米国のデータを用いている。しかし、以下の我々の計測は、データの制約から各国別々の生産技術係数を用いている。

の GDP シェアはその消費比率に等しい。また、各生産要素の賦存シェアも、リーマーの要素賦存量の定義と一致する。

さて、G5 諸国は通常生産構造や技術においてかなり似通った国々とみられているが、各国の要素賦存の状況はかなりの差がある⁴。例えば、日本は、その GDP 規模に比べて労働の規模が相対的に大きい、換言すれば日本の労働生産性は相対的に低い。また、物的資本・労働比率も、これを裏付けるかのように最低水準にある。

G5 諸国内での比較にとどまるものの、このデータから要素供給面からみた HOV 定理の予想を推測できる。表にある各年の「賦存度」は、BLS が用いた(B)式右辺の要素供給面からの賦存度の計測値である。この尺度を用いて各国内での要素賦存ランキングをみると、多少の順序の入れ替えがあるものの、各国とも時点間で大きな変化はない。90年時点で見ると、G5 諸国の生産要素の賦存状況は、日本と英国は労働・人的資本豊富国、米国は知識・物的資本豊富国、ドイツは人的・物的資本豊富国、フランスは物的資本・労働豊富国となる。HOV 定理によれば、各国はそれぞれ相対的に豊富な生産要素を輸出する(あるいはその要素をより集約的に使用する財に比較優位を持つ)。従って、例えば日本は労働・人的資本を外国(現在の設定では他の G5 諸国)に輸出し、米国は知識・物的資本を輸出するとみられる。この予想が正しいかどうかは、前述の HOV 方程式の左辺、すなわち、ネットの貿易に体化した生産要素が以上の要素供給面からみた予想と整合的であるかどうかをみる必要がある。

表 2 は、貿易データとして、日本、米国、EU 諸国(15ヶ国)間の貿易量を取り、1990 年における G5 諸国を対象に BLS が用いた貿易の要素コンテ

ンツ Z_{ik} ((A)式の左辺)の計測値及び要素ランキングを示したものである。貿易面からみたこの要素賦存度と表 1 の要素供給面からみた要素賦存度の比較(符号条件とランキング)から明らかのように、我々の結果は、この定理の成立を否定する結果となっている。特に、ランク・テストの結果は致命的であり、他の検証結果と同様、レオンチェフ・パラドックスの存在を再確認したものとなっている。

3.2 リーマー・テストの結果

先進国の貿易は、近年アジアなど対途上国貿易が急速に拡大している。上記の BLS テストは、すべての貿易相手国について整合的な要素供給データを必要とするため、全世界を対象とする厳密なテストは難しい。これに対して、リーマーのテスト(A 式)は、要素賦存面との整合性を無視するという欠点がある反面、貿易の要素コンテンツの計測結果から各国の比較優位の動的な変化と要素蓄積との関係を大まかにチェックすることが出来るという利点を持っている。

表 3 は、このリーマーの式によって G5 諸国の製造業の対世界貿易の要素コンテンツを計測し、その要素ランキングを 70 年代中葉と 90 年についてみたものである⁵。

まず、日本は貿易構造のハイテク化(半導体・コンピュータの輸出増等)を反映し、比較優位の源泉は人的資本から知識資本へ移行しつつある。これに対し、米国の比較優位は、知識資本から物的資本、労働に変化している。ただし、米国の場合、日本やアジアとの貿易では物的資本が首位、知識資本が最下位であるが、EU、その他世界との貿易では知識資本が依然として首位にある。

⁴ HOV 定理の厳密な検証を G5 諸国に限定する理由は、データ制約による。しかし、定理の前提である「生産技術の国際間の同一性」という条件は G5 諸国においては近似的に妥当するとみて良いのではないだろうか。

⁵ BLS テストは、多国・多要素モデルに依拠しているため、貿易は G5 諸国間の貿易に限定する必要があった。これに対して、リーマー・テストは 1 国・多要素モデルであるから、全世界との貿易でよい。70 年代の対象年が各国異なっているのは、利用した産業連関表の制約による。

表1 G5 諸国の要素賦存量、要素シェア、賦存ランキングの変化(1975~1990年)

	1975年			1980年			1985年			1990年		
	G5 シェア	賦存 度	ランキ ング	G5 シェア	賦存 度	ランキ ング	G5 シェア	賦存 度	ランキ ング	G5 シェア	賦存 度	ランキ ング
日本												
実質GDP	990,600	17.2		1,251,169	18.5		1,523,099	19.7		1,927,538	21.2	
労働(就業者数)	55,973	26.5	0.54	1	58,657	25.6	0.38	1	61,041	25.7	0.31	1
物的資本	2,488,306	11.8	-0.31	4	3,512,661	13.9	-0.25	4	4,577,737	15.7	-0.20	3
人的資本	493,200	16.6	-0.04	2	649,955	17.4	-0.06	2	827,528	19.5	-0.01	2
知識資本	107,682	14.0	-0.19	3	110,175	14.1	-0.24	3	137,084	15.3	-0.22	4
物的資本・労働比率	44,455			59,885			74,994		91,962			
米国												
実質GDP	3,087,581	53.8		3,590,600	53.2		4,139,500	53.6		4,728,400	52.1	
労働(就業者数)	82,827	39.2	-0.27	4	96,083	42.0	-0.21	4	103,656	43.7	-0.18	4
物的資本	11,868,526	56.4	0.05	2	13,921,135	55.1	0.04	2	15,840,415	54.2	0.01	2
人的資本	1,502,153	50.7	-0.06	3	1,921,141	51.5	-0.03	3	2,193,305	51.8	-0.03	3
知識資本	465,090	60.4	0.12	1	467,829	59.7	0.12	1	522,084	58.4	0.09	1
物的資本・労働比率	143,293			144,887			152,817		156,234			
ドイツ												
実質GDP	636,590	11.1		751,437	11.1		803,043	10.4		947,228	10.4	
労働(就業者数)	26,020	12.3	0.11	3	26,980	11.8	0.06	3	26,489	11.2	0.07	4
物的資本	2,692,149	12.8	0.15	2	3,162,324	12.5	0.12	2	3,574,132	12.2	0.18	2
人的資本	465,592	15.7	0.42	1	564,732	15.1	0.36	1	605,495	14.3	0.38	1
知識資本	77,934	10.1	-0.09	4	83,310	10.6	-0.05	4	100,218	11.2	0.08	3
物的資本・労働比率	103,465			117,210			134,929		141,295			
フランス												
実質GDP	533,942	9.3		626,942	9.3		678,050	8.8		789,017	8.7	
労働(就業者数)	21,409	10.1	0.09	2	21,942	9.6	0.03	2	21,608	9.1	0.04	2
物的資本	2,189,297	10.4	0.12	1	2,604,644	10.3	0.11	1	2,965,356	10.2	0.16	1
人的資本	183,179	6.2	-0.34	4	239,756	6.4	-0.31	4	305,305	7.2	-0.18	3
知識資本	53,262	6.9	-0.26	3	55,544	7.1	-0.24	3	62,277	7.0	-0.21	4
物的資本・労働比率	102,260			118,706			137,234		151,271			
英国												
実質GDP	495,527	8.6		530,716	7.9		584,953	7.6		680,210	7.5	
労働(就業者数)	25,056	11.9	0.37	1	25,327	11.1	0.41	1	24,539	10.3	0.37	1
物的資本	1,822,863	8.7	0.00	3	2,055,534	8.1	0.04	4	2,255,702	7.7	0.02	3
人的資本	320,202	10.8	0.25	2	352,242	9.4	0.20	2	302,013	7.1	-0.06	4
知識資本	66,508	8.6	0.00	4	66,947	8.5	0.09	3	72,499	8.1	0.07	2
物的資本・労働比率	72,752			81,160			91,923		95,040			

(注) 単位は、労働は千人、各資本量は、1985年PPP百万ドル、各々の資本・労働比率は、1985年PPPドルである。ドル・ベースへの変換は、各国通貨による1985年価格実質値を1985年ドル購買力平価(PPP)で換算している。

表2 貿易不均衡調整済の要素コンテンツ、1990年

	日本 ランク(参)			米国 ランク(参)			ドイツ ランク(参)			フランス ランク(参)			英国 ランク(参)		
労働	0.0013	3	1	0.0062	1	4	0.0305	3	4	-0.0302	1	2	-0.1738	2	1
物的資本	0.0007	4	3	0.0061	2	2	0.0172	4	2	-0.0370	2	1	-0.1547	1	3
人的資本	0.0487	2	2	-0.0259	4	3	0.1300	1	1	-0.1107	4	4	-0.4059	4	2
知識資本	0.0594	1	4	-0.0115	3	1	0.0943	2	3	-0.1021	3	3	-0.3772	3	4

(注) (参)の数字は、表1にあるG5 諸国内での相対的要素賦存量のランキング。

表3 貿易の要素コンテンツ・ランキング

順位	日本		米国		ドイツ		フランス		英国	
	75年	90年	77年	90年	78年	90年	80年	90年	79年	90年
1位	H	R	R	K	H	H	R	L	R	L
2位	R	H	H	L	R	R	H	K	H	K
3位	K	K	L	R	L	L	L	R	L	R
4位	L	L	K	H	K	K	K	H	K	H

(注) K=物的資本、L=労働、H=人的資本、R=R&D資本ストック。

一方、欧州諸国については、ドイツの比較優位構造は、2時点間で変化はみられないが、フランス、英国ではともに70年代では知識資本がトップであったが、90年にはその優位性は大きく後退し労働に首位を譲っている。ただし、米国と同様、貿易を地域別にみると、フランスは労働が首位なのは対日・対米貿易に限られており、他の地域との貿易では知識資本、人的資本のランクが高い。これに対し、英国は、80年代に生じた英国産業の衰退化現象を反映し、先進国のみならず途上国との貿易でも労働の順位が高く、比較優位の源泉としての知識資本の役割は大きく後退してしまっている。

次に、日本については雇用マトリックス(産業別・職種別)が利用可能なため、生産要素として、知識資本、物的資本、人的資本に加え、労働を18職種別に分割しリーマー・テストを行った結果についてみてみよう。表4は、1975年、1990年の2時点に対して、リーマーの方法による貿易の要素コンテンツに基づく要素賦存ランキングである。

まず、1975年に関しては、全貿易、製造業貿易のどちらで見ても、人的資本、知識資本(それぞれ2位と3位)を凌ぎ「熟練工(金属・機械組立て・修理工)」が首位となっている。ただし、1990年に至っては、知識資本がトップとなり、熟練工と順位が入れ替わっている。この知識資本のランク上昇は、貿易構造の知識集約化の進展、技術知識ストックの急速な蓄積、労働節約的な技術進歩等による生産労働者全般の雇用低迷等によるものであろう。また、科学者・技術者のランクも、両年とも上位にあり、日本の比較優位が技術(者)集約的な財にあることを裏付けている。これと対照的に、

表4 1990年の日本の要素ランキング

ランク	生産要素	(参考)1975年
1	知識資本	3
2	金属・機械組立て・修理工	1
3	人的資本	2
4	科学者・技術者	4
5	教員	19
6	保険医療従事者	18
7	家事・個人サービス従事者	20
8	一般事務従事者	11
9	物的資本	10
10	法務・会計士・自由業	15
11	外勤事務従事者	8
12	その他の労務作業員	13
13	不動産・外交員	9
14	販売従事者	14
15	管理的職業従事者	6
16	運輸従事者	10
17	採掘作業員	17
18	窯業・時計・印刷作業員	12
19	ゴム・プラスチック作業員	5
20	農林漁業作業員	21
21	食品・繊維・製材作業員	16

物的資本は両年とも中位ランクに止まっており、比較優位に対する貢献は必ずしも大きくない。

一方、これ以外の生産要素のランキングは、時点間でかなり変動している。まず、ゴム・プラスチック、窯業、食品、繊維、製材、農林漁業、建設・採掘、運輸といった生産労働者の順位はこれらの財の比較劣位化を反映して大きく後退している。これと対照的に、保険医療従事者、教員、法務・会計士・自由業といった高い専門知識を有する「頭脳労働者」群は、急速なランク上昇が見られる。

こうして、日本の比較優位の決定因は、知識・人的資本に加えて、金属・機械部門(鉄鋼、自動車等)の熟練工の「御三家」にある⁶。その意味で、日本は集計量としての労働でなく、熟練労働豊富国ということになり、レオンチェフ・パラドックスは部分的にせよ解消される。ただし、近年知識・人的資源の重要性は増しているものの、生産現場の空

⁶ この点に関して BLS 流の厳密な検証を行うには、各国の職種別労働データを作成し供給面から賦存度の比較を行う必要がある。

洞化、雇用構造の全般的なサービス化によって熟練工の基盤は徐々に先細りする傾向にある。

最後に、以上の日本の結果をドイツ、米英に関する同様な分析と比較してみよう。Engelbrecht (1996)によれば、ドイツの要素ランキング(1984年)は、金属工、機械工、管理的職業従事者、事務、サービス労働者の順となっている。また、科学者・技術者の順位は低くかつ低下傾向にある。また、物的資本のランクは我々の結果と同様あまり高くない。こうして、日独両国では、金属・機械工(熟練工)が豊富で比較優位の一翼を担っているという点で共通している。これと対照的なのは米国や英国であり、生産労働者は相対的に稀少で専門的・技術的労働者(科学者、会計士・法律家等)が豊富という結果が出ている。それゆえ、日独は、米英に比べ熟練工がより豊富なため伝統的製造業に比較優位があり、頭脳労働者が希少なため知識集約産業・サービスに比較劣位があることがわかる。

4. おわりに

本研究は、HOV 定理の検証を中心に生産要素の賦存量と貿易パターンについて分析を行った。特に、G5 諸国を対象とする我々の BLS テストは、HOV 定理の妥当性を疑問視する結果となった。しかし、最近の Trefler(1993)等の研究にみられるように、各国間の生産性格差(あるいは要素価格差)を明示的に考慮すると、定理の現実説明力は大きく向上するという結果も報告されていることから、今後は技術格差に焦点を当てた分析が必要であろう。この点は、特にアジア諸国との貿易を分析する際に重要な視点となろう。また、先進国間の貿易においては、規模の経済、産業内分業、貿易政策など元来 HO 理論が想定しない要因が大きな影響を与えていると考えられることから、この点についても注意深い考察が必要である。

こうした点で問題は残るものの、以上の分析は、生産資源の蓄積あるいはそのバラエティーの変化が貿易パターンの高度化を促進する上で重要で

あり、グローバル化の進展に伴う国際競争力の低下、産業空洞化、失業増・賃金低下など様々な問題を防ぐ有効な(長期的)手段であることを示唆している。逆に言えば、今後の経済発展を支える「戦略的」な生産要素の蓄積がなにかの理由でスローダウンしたとき、経済衰退や産業空洞化は現実の脅威となる恐れがある。

冒頭に述べたように、戦後の日本の経済発展は、技術革新と生産要素の蓄積のベスト・ミックスによって貿易・産業構造の高度化を実現してきた。この発展トレンドを今後も持続するには、情報化、超ハイテク化など今後の技術革新の基盤を担う知識資本の高蓄積が不可欠であろう。ただし、知識資本は、他の生産要素と異なり公共財的性格をもつため、教育・訓練、研究開発援助、技術の波及・融合の支援、知識(アイデア等)の生産活動に対する収益率の向上・インセンティブの高揚といった様々な分野で政府の果たす役割は大きい。

【参考文献】

- [1] 櫻井紀久 (1997)、「貿易パターンの変化と要素蓄積—G5 諸国に関するレオンチェフ・パラドックスの検証—」、電力中央研究所研究報告 Y97002。
- [2] Bowen, H.P., Leamer, E.E. and Sveikauskas, L. (1987), "Multicountry, Multifactor Tests of the Factor Abundance Theory", *American Economic Review* 77(December), 791-809.
- [3] Engelbrecht, H.J. (1996), "The Composition of the Human Capital Stock and the Factor Content of Trade: Evidence from West(ern) Germany", *Economic Systems Research* vol.8, No.3, 271-297.
- [4] Leamer, E.E. (1984), *Sources of International Comparative Advantage: Theory and Evidence*, MIT Press.
- [5] Leontief, W.W. (1953), "Domestic Production and Foreign Trade: The American Capital Position Re-examined", *Proceedings of the American Philosophical Society*, September, 332-349.
- [6] Trefler, D. (1993), "International Factor Price Differences: Leontief Was Right!", *Journal of Political Economy*, vol.101, 961-987.

（ さくらい のりひさ

電力中央研究所 経済社会研究所 ）

北海道産業クラスター創造戦略の紹介

山中芳朗

1.産業クラスター研究の経緯

金融機関の破綻、建設関連の低迷、消費マインドの冷え込み等、現在、北海道経済は混迷を極めている。あたかも日本経済の縮図を見るかのようであるが、北海道経済は、公共投資や地域消費に依存した他力本願型の産業が主体である分、混迷の度合いはより深刻である。こういった他力本願型の経済体質を脱却し、競争力ある産業を育成することを目指した地域産業政策が「北海道産業クラスター創造戦略」である。これは、国際競争力を有する産業は、関連・支援産業を含めた「産業クラスター(クラスターとは群れや房のこと)」を形成しているというマイケルポーター・ハーバード大学教授の理論ののっとり、北海道に産業群を意図的につくろうという戦略である。その時々々の先端産業を誘致するといった従来の地域産業政策と異なり、既存のローテク産業であろうと小さな地場企業であろうと関係なく、ビジネスの共同開発を通して産業の群れを形成し競争力を養うという点に政策の特色がある。

創造手法を検討するために、道内経済 4 団体が

「北海道産業クラスター創造研究会」を発足させたのが平成 8 年 2 月。平成 8 年 8 月のビジョン提示、平成 9 年 5 月のマスタープラン提示を経て、北海道に優位性がある食・住・遊の領域からの具体的な「クラスタープロジェクトの芽さがし」と、企業間協働・産学官連携を促進するための「しくみづくり」に精力を注ぐこととなり、平成 9 年 12 月にこれらを実現するためのアクションプランを公表した。

2.クラスターの芽さがし

当研究会では、①食の課題からのアプローチ(平成 9 年 5 月の中間報告で食の領域をまず検討することを言及している)、②技術シーズからのアプローチ、③地域のニーズからのアプローチという 3 つの方向から、プロジェクトの芽をさがした。

各アプローチから見つかった食クラスターの芽から、「ニーズがあるもの」「北海道スタンダードまたはブランドを確立できるもの」「北海道に基盤技術を移転・定着できるもの」「循環型社会の構築に資するもの」といった観点によって図 1 に示した 23 件の芽を選定した。

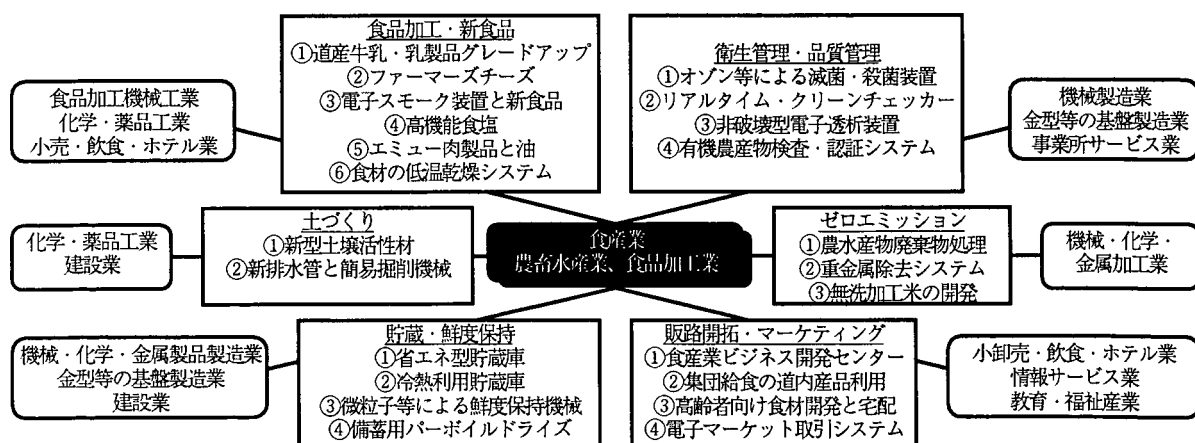


図 1 食クラスタープロジェクト

3.しくみづくり

3.1 北海道産業クラスター創造推進機構(仮称)

産業クラスター創造事業はつまるところビジネス開発である。したがって、①ビジネスの芽さがしから事業化までの一連のプロセス管理、②企業間をつなぎプロジェクトに仕立てるコーディネート機能、③実際に利益を生むためのプロの手段(特に技術開発・市場開拓)が必要となる。

これらを着実に実践するためには、核となる推進母体が不可欠である。そこで、北海道経済界は、産業クラスター創造のための推進母体として、研究会を発展的に解消し、平成 10 年度に「北海道産業クラスター創造推進機構(仮称)」を設立する。従来の産業振興支援組織と本機構との違いは、プレイヤー(企業・起業家)のまわりに他のサポーターと一緒に群がるのではなく、プレイヤーとサポーターが一体となって協働できるよう具体的なプロジェクトと場を設定することにある。すなわち、本機構は補助金を配分する、各種セミナーを開く、企業の相談にのるといったことだけでなく、機構自らが企業とコーディネーターからなる具体的なビジネス開発プロジェクトチームをつくり、機構スタッフが市場調査・ビジネスプラン作成・試作・販路形成などビジネスに不可欠な作業に、参加企業と一緒に汗をかくということである。場合によってはこのスタッフがビジネス立ち上げ後の事業経営を行うこともありうる。

3.2 産学官連携の場づくり

国内外の先進事例から明らかなように、産学官が有機的に連携するためには、協働で研究開発する場「リサーチ&ビジネスパーク」が必要である。さらに、大学・国公設試等の研究機関の近接・集積と、産学官をつなぐ機能の存在によって協働効果はさらに高まる。幸い、北海道には、本格的なリサーチ&ビジネスパークを構築できる空間を有している。中でも最も可能性の高いのは、札幌市にある北海道大学を中心とした地域である。札幌

圏には一定の産業・大学・研究機関の集積がある上に、北大には隣接して北海道立工業試験場等の国公設試験研究機関がある。さらに、平成 10 年度には、学内および民間企業との共同研究を推進する「先端科学技術共同研究センター」が北大構内に竣工する予定である。これを契機に、北大の頭脳と、国公設試の技術と、産業界の行動力が一体となって、研究開発を行う場「産学官融合センター」を、産学官の連携でつくる予定である。

4.なすべきこと

『我々は、21 世紀に向けた「北海道経済の自立的发展」のために、産業クラスター創造事業という、壮大な実験が是非とも必要であると考え。しかし、それが成功するか否かは、新たなチャレンジ精神に満ち溢れた企業や起業家、地域と共に生きようとする大学・試験研究機関の研究者・教育者、さらには地域のために汗をかく行政マンなど、産学官の関係者が立場を超えて一緒に“夢”に向かって連携・協働を続けていくことができるかどうかにかかっている。昨今の北海道経済の危機的状况の中で、今まさに道民ひとりひとりが将来に向かって第一歩を踏み出す時である』これはアクションプランの締めくくりの言葉である。これに呼応するかのように、十勝地域、北見地域、下川町など、北海道の各地において産業クラスター創造活動が始まっている。例えば、十勝ではクラスター研究会を発足しプロジェクトの芽さがしに着手している。川上の林業から川下の住宅・家具産業まで「木」に関係する企業・団体が集まって、改善点とプロジェクトをさがすワーキンググループも自発的に誕生した。

しかし、地域外からの応援がなくてはなかなか動かないのもまた地域の現実である。道外の有志、特にコーディネーター候補者との連携を切望しているところである。

(やまなか よしろう
電力中央研究所 経済社会研究所)

電源地域振興事例紹介：女川町の事例

大河原 透

1. はじめに

原子力発電所などが立地する大規模電源地域を訪れる者が共通に抱く印象の一つに、公共施設がよく整備されているというものがあろう。このような地域では、発電所からの固定資産税や電源三法交付金によってもたらされる巨額の財政収入をもとに、大都市の施設と遜色のない設備仕様で公民館や体育館が建てられ、それらが「まちの顔」になっていることがしばしばみられる。

しかし、地元住民の一部からは地域の身の丈を越えた公共施設を持つ必要があるのか、大規模償却資産としての発電所の減価償却とともに年々減少する固定資産税収を前提にしたとき、施設の維持管理費の将来負担を何に求めるかといった問題が提起されている。電源地域における、いわゆる「箱もの」中心の施設整備に対する批判である。

ここでは、東北電力女川原子力発電所が立地する宮城県牡鹿郡女川町の総合運動場を事例に取り上げ、電源地域における公共施設整備の課題を考えることにしたい。

2. 女川町の概要

女川町の人口は1970年にこれまでのピーク1万8千人を記録している。その後、79年には原子力発電所が立地したにもかかわらず、人口減少には歯止めがかからなかった。90年代以降でも人口減少が続いたが、ここ数年は約1万3千人前後の水準ではば横ばいで推移している。

70年代以降の人口減少の主要因は、町の中心産業である漁業の不振に求めることができる。産業別就業者数の推移をみると、減少しているのは1次産業であり、2次産業は横ばい、3次産業では増加傾向にあり、漁業の不振がみとれる。その一方で、建設業を中心とする2次産業、サービス業などの3次産業の雇用には、発電所立地により好影響が出現している。

79年の発電所の着工以来、最も大きく好転したものは町の財政であり、75年に20億円であった歳入が、80年では50億円近くまで急増し、90年、95年ではいずれも80億円前後になっている。増収分の大半は、発電所の固定資産税によるものであるが、80年から95年まで、1号機分、2号機分を合わせて、総額で約50億円の電源三法交付金による収入があった。

三法交付金による整備事業では、1号機分では生涯教育センターの建設、防災無線の整備、総合運動場の建設、2号機分では水産観光センターの建設、ゴミ処理施設の整備、町立病院の建設などが行われている。

図1. 女川町の人口の推移 国勢調査
人

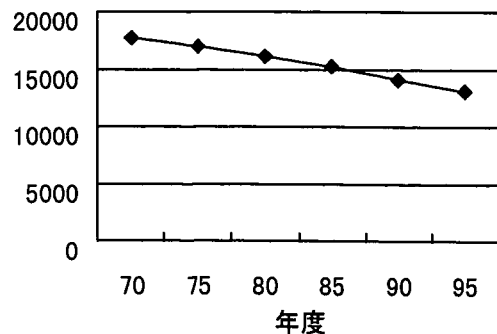


表1. 女川町総合運動場の概要

施設名	施設仕様	竣工	事業費	三法交付金
総合体育館	大小体育館、剣道場、柔道場、観覧席 400 席	90 年 3 月	8.52 億円	6.47 億円
陸上競技場	陸連公認 3 種 400 m 全天候トラック、スタンド*1042 席	90 年 3 月	7.53 億円	1.90 億円
野球場	両翼 91m、センター120m、 スタンド*980 席、外野芝スタンド*	86 年 1 月	3.15 億円	
野外活動施設	ちびっこ広場、 フィールド*アスレチック	89 年 3 月	1.54 億円	
多目的運動場	サッカー、ラグビー、ソフトボール	86 年 1 月	1.31 億円	
庭球場	コート 4 面、スタンド*480 席	88 年 2 月	1.28 億円	
ゲートボール場	コート 4 面、スタンド*780 席	86 年 3 月	0.42 億円	

女川町総合運動場資料に基づき作成

3. 総合運動場の整備状況

発電所立地に伴う歳入の増加をどのように支出するかは、自治体の裁量に任されているが、女川町では、公共施設の整備を重点的に行ってきたといえる。ここでは、その中心的な事業のひとつである総合運動場の整備状況をみてみよう。

女川町の中心部から程遠くない、後背地の丘陵の上に位置する総合運動場は、表 1 に示すように 7 つの施設から構成されている。85 年度年から 89 年度にかけて総事業費 24 億円を投入し、建設された。なお、電源三法交付金の充当率は 35% である。特徴的なことは表にも示したように、どの施設も第一級の設備仕様をもっていることである。たとえば、総合体育館の 2 階にある大体育室は、バ

スケートボールコートであれば 2 面、バドミントンコートであれば 10 面をとれる広さをもっている。

人口 1 万数千人規模の自治体で、このような規模の総合運動場を持つことは極めて希なことといってよいだろう。まさに、発電所立地があればこそ建設が可能になった運動場である。通説に従うならば、女川町総合運動場は、電源立地による「箱もの」中心の施設整備の典型となる。

しかし、女川町ではこの運動場の利用率を高めるための方策をさまざまなかたちで実行しておりに高い利用率を確保している。以下では、利用実態と利用率の向上につながったと思われる施策を紹介しよう。

表 2 女川総合運動場の年度別利用者数の推移

年度	団体 利用数	総利用人数 団体と個人
91 年度	3605	161,742
92 年度	4762	179,470
93 年度	4594	172,728
94 年度	4675	195,792
95 年度	5779	211,361
96 年度	5668	232,334

女川総合運動場資料に基づき作成

表 3 女川総合運動場の施設別利用者数（96 年度）

施設名	団体利用数	団体利用人数	個人利用
総合体育館	3,425	63,009	12,605
陸上競技場	870	46,547	5,276
野球場	309	8,309	
野外活動施設	193	16,131	31,095
多目的運動場	475	40,409	569
庭球場	373	4,194	2,952
ゲートボール場	23	1,093	145
総数	5668	179,692	52,642

女川総合運動場資料に基づき作成

4. 総合運動場の利用状況

女川町総合運動場は、その設備仕様に見合うだけの利用者を集めており、単なる箱もの整備を越えた出色的な施設である。96年度では、延べ23万2千人の利用がみられた。女川町の人口規模からすると、極めて高い利用率を確保しており、また年毎に着実に利用者が増加していることも、注目に値する。

多くの利用者を集めている要因の一つに、利用料金を低く設定していることがある。ちなみに、総合体育館の個人利用料は100円であり、小中学生は50円である。また、陸上競技場の終日貸し切り使用料を例にとると、使用目的に応じ、4,200円から38,700円まで区分されている。さらに、町民団体や公共・教育目的の利用では大幅に利用料の減免もある。たとえば、高校体育連盟が教育目的に使用するとき、利用料金の8割が減免される。

前節で述べた各施設の整備水準も高い利用率につながっている。陸上競技場を例にとれば、陸連公認グラウンドであり、同様の施設は仙台市には存在するが、宮城県でも有数の陸上競技場となっ

ており、陸連公認競技が行ないうる施設であることにより、全日本、東北、宮城県内の競技会や各種大会が開催されている。これら大規模大会の開催状況については、表4に示した。

また、総合運動場が自ら企画するイベントも数多くあり、町民をはじめ近隣市町村の住民がこれらイベントに参加している。その代表的なものに、5月の連休中に開催される「みんなのスポーツフェスティバル」と10月の体育の日に開催される「ニュースポーツフェスティバル」がある。これらのスポーツイベントでは、ラージボール卓球、パドルテニス、グランドゴルフといった、新しいスポーツ競技の紹介が目玉のひとつになっており、多数の参加者を集めている。なお、「ニュースポーツフェスティバル」は電源三法による「電源地域産業育成支援補助金」を得て、電源地域の町としてのアイデンティティの確立に資する行事として開催されている。

このような仕組みのもとで、総合運動場は単に町民だけでなく、宮城県内はもちろん県外利用も含め、多くの利用者を集めることに成功している。

参考のため、女川総合運動場で96年度に開催された各種県大会などの開催状況を掲げた。表4

表4 女川総合運動場 大規模大会開催状況 96年度

大会名等	期日(期間)	使用施設名	参加人数	宿泊人数
第9回北日本医科学生陸上競技大会	6/9	陸上競技場	422	ホテル宿泊
高松宮賜杯軟式野球宮城県大会	6/15~16	野球場	311	不明
全国高校陸上宮城県予選大会	7/6~7	陸上競技場他	6,864	2,024
第8回サマー合気道イン女川	7/20~21	総合体育館	180	90
東北壮年・シニアソフトボール大会	8/17~18	野球場・多目的運動場	1,050	450
第45回宮城県高校陸上競技大会	9/11~14	陸上競技場他	20,806	4,060
第8回宮城県民体育大会陸上競技	9/22	陸上競技場他	1,640	
第76回全国高校ラグビー宮城県大会	10/23~27	陸上競技場・多目的運動場	2,726	243
宮城県高校バレーボール新人大会	11/2	総合体育館	266	157
宮城県高校柔道新人大会兼第19回全国高校柔道競技選手権大会	11/5~8	総合体育館	6,028	1,761
宮城県高校サッカー新人大会	11/23~27	陸上競技場・多目的運動場	998	244
第13回3県(山形・福島・宮城)対抗ミニバスケットボール大会	2/2	総合体育館	880	359
第6回東北高校ラグビー新人大会	2/5~9	陸上競技場・多目的運動場	6,286	1,639
さわやか杯高校女子フットサル大会	2/15	総合体育館	360	42

女川総合運動場・女川旅館組合資料に基づき作成

にあるように、さまざまな競技会が女川総合運動場で開催されている。このような競技会への参加者の旅館・民宿に宿泊数も掲載したが、女川町の一般旅館・ホテルは 13 軒で収容人数は 940 人、民宿は 54 軒で収容人数 1292 人であり、大規模な大会開催時には、施設・民宿への入込客が多くなっているのがわかる。また、競技関係者以外にも、応援で来訪した家族などを含めれば、総合運動場で開催される各種競技大会関連の宿泊者数は相当数にのぼる。さらに、競技大会以外にも、高校・大学や社会人クラブチームの合宿などにも、総合運動場は利用されている。このように、地元での宿泊を伴う利用により、大きな経済波及効果が産み出されている。

なお、97 年には、女川町が総合運動場の隣接地点で掘削していた温泉の湧出をみた。今後、クアハウスなどといったかたちで温泉施設を整備するならば、総合運動場の魅力も高まり、利用者のさらなる増加も期待できよう。現在建設中の女川原子力 3 号機の増設に伴う三法交付金を、そのような施設整備に使うことも考えられ、きわめて良いタイミングで温泉が出たといえる。

5. まとめ

電源立地に伴い財政状況が好転する地元自治体では、大規模な公共施設整備が行われることがおおい。財政収入が潤うなかで、「箱もの」型施設をつくるのは、確かに選択肢のひとつになる。当然のことではあるが、ひとたび公共施設をつくったならば、それをいかに利用される施設として維持管理していくかが課題となる。

ここでは宮城県女川町の総合運動場の事例をとりあげ、整備状況と利用実態を調査した。総合運動場は、女川町の人口規模からみれば、量的にも質的にも、高い整備水準の施設である。しかし、開場以来、極めて高い利用水準を保っており、しかも利用者が年々増加している。町民以外の利用者も多く、その一部は町の旅館や民宿に宿泊して総合運動場を利用している。このように、地域外から利用者を集められる施設をつくることにより、地元経済波及効果をもたらしている。発電所の建設・運転・定期検査などから産み出される波及効果とも合わせ、女川町の経済活力の高めることに寄与している。

女川町の総合運動場は、利用される施設として成功した事例の一つである。高い整備水準の公共施設をつくるのであれば、地元地域はもちろん地域外からの集客も狙い、利用してもらえる公共施設として活用することが重要である。女川町の総合運動場は、大規模な発電所が今後立地する自治体に向け、地域整備計画の柱となる公共施設整備を立案するとき、利用戦略を策定しておくことの重要性を教える事例となっている。

（ おおかわら とおる
電力中央研究所 経済社会研究所 ）

電源地域振興事例紹介:新潟県高柳町

馬場 健 司

1.はじめに

北海道池田町，富山県利賀村，大分県湯布院町など，地域づくりの先進地域といわれる自治体がいくつかある．これらが先進地域と呼ばれる理由は概ね以下の2点にある．第1は，地域づくりのプロセスが明確であり，戦略的に事業展開を図っていること，第2は，住民参加を積極的に行っていることである．

一方，多くの電源地域では，これまで三法交付金などを活用して，施設建設や工場誘致

など，様々な地域振興策が精力的に進められてきた．しかし，先進地域で行われているような上記2点に特徴づけられる地域づくりについては，必ずしも十分に行われてきたわけではない．

近年になり，電源地域でもこのような交付金を戦略的に活用しつつ，住民参加を呼びかける地域づくりへの取り組みが少しずつみられるようになってきた．本稿では，最近注目を集めている新潟県高柳町の事例を，ヒアリング調査の結果を基に紹介する．

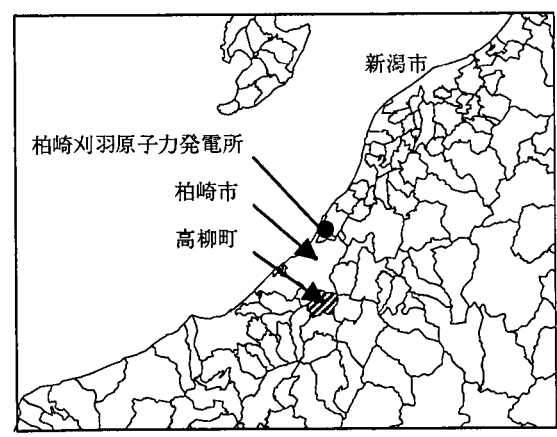


図1 高柳町の地理的位置

2.地域づくりの経緯

新潟県高柳町は，図1に示すように，東京電力(株)柏崎刈羽原子力発電所の立地隣接地域であり，柏崎市から車で約30分の距離を山間部に入ったところにある．図2～3に示すとおり，同町の人口減少率，高齢化率(65歳以上の人口比率)は，周辺地域と比較して極めて高い状況にある．第一次産業の全就業者数に占めるシェアは，徐々に低下してはいるものの

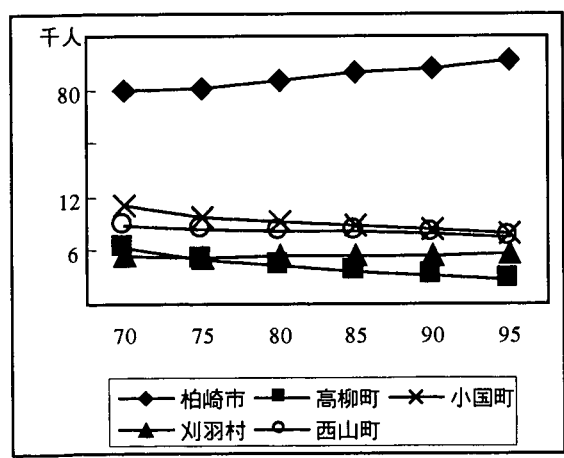


図2 高柳町周辺における常住人口の推移 (各年度国勢調査より作成)

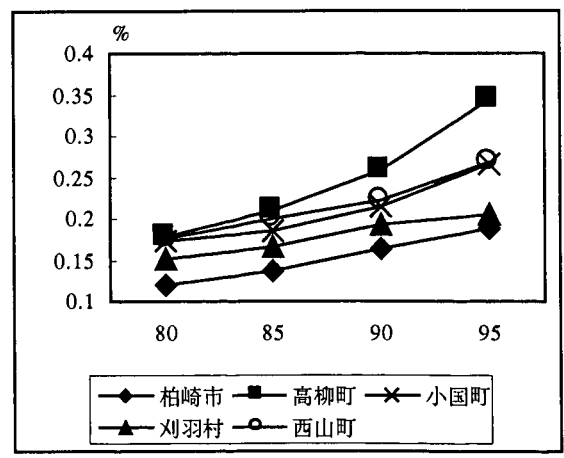


図3 高柳町周辺における高齢化率の推移 (各年度国勢調査より作成)

34.3%と高い。一方で、就業者の約 20%が柏崎市へ通勤しており、ベッドタウンとしての側面と農山村という側面とを併せ持っているといえる。

発電所は、昭和 49 年に建設計画が電源開発調整審議会(電調審)を通過し、昭和 53 年に建設が始まっている。その後、昭和 60 年に 1 号機、平成 9 年に 7 号機が運開しており、現在では総発電出力が約 820 万 kW という世界最大規模の原子力発電所となっている。

このような状況の中で、同町での過疎化、高齢化に対する危機感は高く、発電所の建設工事が始まる頃から様々な試みがなされていた。現在の地域づくりにつながる活動が始まるのは、1 号機が運開した昭和 60 年頃からである。行政がふるさと宅配便を開始し、一部の住民グループが百貨店の特産品展に出展するなど、地域づくりへの気運が高まってきた。この時期は、地域づくりを担い得る人材が学習や実践活動を開始した時期だったといえる。

昭和 63 年に、町民 41 人と役場の若手職員 9 人で構成される「高柳町ふるさと開発協議会」が設置され、同町の地域づくりは積極的な住民参加を呼びかけていくことになる。この組織では、電源地域産業育成支援補助金などを活用しながら、町の活性化を題材にして、2 年間にわたって 200 回以上の検討会や先進地視察などが行われた。この結果、農山村の資源を生かし、都市住民との交流による観光、すなわち農山村体験滞在型交流観光を目指す地域づくりビジョン「住んでよし、訪れてよしの高柳町づくり」が、平成元年に策定された。その中心的な役割を担う施設として「じよんのび村」構想が提言された。じよんのびとは、この地方の方言で“のびのび”、“快適”を意味している。この協議会以降、いくつかのボランティアな地域づくりグループが生まれ、彼らの主催により「狐の夜祭り」など手

づくりイベントも行われるようになった。この時期は、地域を変える突破口を模索していた時期であり、そのためのシーズを探し、プランを練っていた時期だったといえる。

以上の準備を基に、農山村体験滞在型交流観光を実現する様々な事業が開始された。コア施設となるじよんのび村には、宿泊施設(定員 70 名)、飲食施設、特産品販売所、温泉や貸別荘などが、町の中心に位置する約 20ha の敷地に、三法交付金などを活用して平成 7 年までに整備された。同じ敷地内には、県立の家族向け宿泊施設(定員 180 名)や民芸品の手作り工房も誘致されている。じよんのび村は、平成 4 年に設立された第 3 セクターにより運営されている。資本金 1 億 1,700 万円のうち 9,000 万円を町が出資し、残りを 1 口 5 万円程度で 241 人の町民が株主となっている。また、町に点在するサテライト施設として、スキー場、キャンプ場や茅葺き家の里などが、県の事業などを活用して整備、保存されている。このうち茅葺き家については、旧来から残されていた集落の修景、散策路整備を行い、農山村生活を体験できる茅葺き家の宿泊施設を新たに設置している。この時期は、プランを実現していくための第一歩としての事業を展開していった時期といえる。

昭和 63 年より始まったじよんのび村構想関連事業は、平成 7 年までの間に、総額約 57 億円で整備されている。町は各種補助事業の他に、償還に有利な過疎対策事業債(過疎債)も活用して財源確保を行っている。

様々な施設がほぼ整備された平成 6 年には、新たに各集落の住民と行政職員の 67 名から構成される「じよんのびの里振興ビジョン作成検討委員会」が設置された。この組織では、じよんのびの里の更なる整備の方向性を検討しており、各集落から特産品づくりやイベントなどに関する提案が行われている。これら

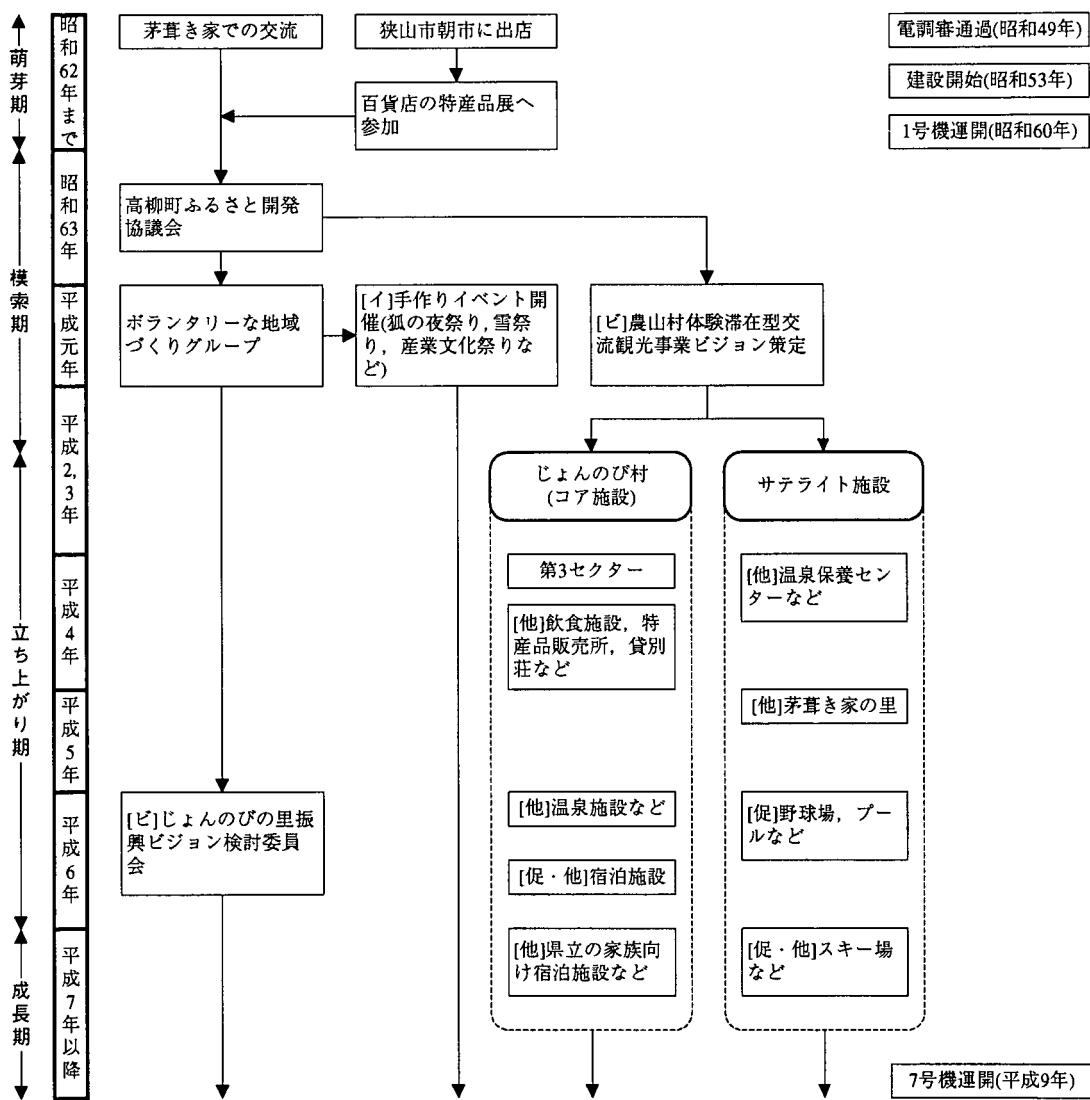
の提案は、住民と行政の役割分担や担い手まで明確にした事業内容を、住民自ら執筆しているという特徴を持っている。この時期は、立ちあげた事業のアフタケアや地元への認知度向上や定着化を行っていく時期であるといえる。

図4は、同町の地域づくりプロセスを示したものである。当所ではこれまで、先進地域に共通してみられる地域づくりプロセスとして、5つの段階が存在することを明らかにし

てきた。同町においても萌芽期、模索期、立ち上がり期、成長期に相当する段階を経て着実に地域づくりを実践している。今後は、5つ目の段階である発展期に向けて、事業を次世代へ継承し、発展させていくための準備が必要となってくるものと考えられる。

3.地域づくりの特色

このように、高柳町の地域づくりが段階的に進められた要因は、以下の3点にまとめら



凡例
 [ビ]:電源地域産業育成支援補助金・産業育成ビジョン作成及び地域開発専門家招へい事業
 [イ]:電源地域産業育成支援補助金・地域活性化イベント支援事業
 [促]:電源立地促進対策交付金事業
 [他]:その他事業

図4 高柳町の地域づくりプロセス

れる。

第 1 に、200 回に及ぶ町の活性化を題材にした検討会を重ねていく中で、地域づくりへ関心を持つグループが形成され、試行錯誤を経て、最初に長期ビジョンが策定されたことである。これが、その後の交付金を活用した戦略的な事業展開を進める決め手となった。

第 2 に、最初の長期ビジョン策定、更なる事業展開のためのビジョン策定など、様々な機会を通じて、徹底した住民参加を呼びかけていることである。住民自身で検討会や先進地視察を行い、報告書を執筆したり、第 3 セクターの株主となるなど、常に住民自身が考え、自己責任を持つというスタンスをとっている。このことが、事業運営を円滑に進める上で重要な要素となっている。

第 3 に、I ターン者や外部識者など、外部ネットワークを活用していることである。第 3 セクターの正社員 32 名のうち、I ターン者が約半数を占めている。彼等が I ターンをしたきっかけは様々であるが、雑誌に求人広告を出したり、町長自らが住居を斡旋するなど、採用に積極的である。また、高柳町に関心を持つ外部識者を巻き込んで、東京で写真展やシンポジウムなど、イベントの開催も積極的に行っている。このように、外部からの視点の活用と情報発信を行っていくことにより、資源の再発見、新しい考え方の導入など、地域づくりを進めていく上での有効性を高めている。

4.おわりに - 今後の展開と示唆 -

平成 8 年の時点では、じょんのび村の利用客数は、年間約 14 万人、うち宿泊客が 9,400 人となっている。日帰りリピーターに加えて、宿泊リピーターも増えつつあり、平成 8 年度

の営業収支は単年度黒字に転換している。地域経済活性化の効果としては、割高ではあっても可能な限り町内業者から食材などの調達を行っており、トータルで 6 億円の波及効果と算出されている。

このように事業は好調に推移しているが、今後は施設の維持管理費用のみならず、過疎債の償還も始まり、財政事情は決して順風満帆ばかりとはいえなくなる可能性がある。しかし、例えば茅葺き家の里は、集落の施設として住民で構成される組合でボランティアに運営され、或いは、町民が第 3 セクターの株主となるなど、それぞれに責任を負っていることで、コストを低減し、自主的な運営が行われるといった工夫がなされている。

これは、地域づくりの最初の段階から、積極的な住民参加(Public Involvement)を呼びかけてきた結果といえる。PI の手段としては、検討会や集会の開催のほか、意識調査、住民投票など様々な形態が存在する。同町のように、コミュニティの規模が小さい場合には、様々な機会を通じて検討会や集会を開催することにより、密度の高い情報共有が比較的行いやすい。この堅実な作業が、地域づくりに対する住民の関心、意識を高め、その後の事業運営を円滑にする基礎づくりとなったと考えられる。コミュニティの規模が大きくなるに伴って、このような方法を行うことは困難であり、様々な PI の手法を組み合わせることが必要となる。いずれにしても、多種多様な層を巻き込んだ情報共有の仕組みづくりが、今後更に重要となることは間違いない。

(ばば けんし
電力中央研究所 経済社会研究所)

IEA 水力実施協定における「水力と環境委員会」とその活動

内山洋司

1. はじめに

IEA(International Energy Agency)は、1973年の石油危機の後の1974年11月に、OECD内の独立的な機関として設立された。本来の目的は、石油供給市場における緊急時の融通システムを構築することで、生産国と消費国との間に安定した国際市場を確立することであった。しかし最近では世界の石油需給が緩和状況にあるため、その活動範囲は他の分野に広がりつつある。その大きな流れが、1995年にベルリンで開かれた「気候変動枠組み条約の第1回締約国会議」で、IEA/OECD加盟国によって提案された地球温暖化対策のための技術開発の推進である。温暖化対策の技術として省エネルギーの推進、新エネルギーの開発、革新的技術の開発が提案され、その具体的な方法としてCTI(Climate Technology Initiative)のアクションプランが検討されている。

IEAにおけるエネルギー・環境技術に関連する委員会は、CERT(Committee of Energy Research and Technology)と呼ばれ、加盟国政府代表によって構成されている。委員会は、化石燃料、再生可能エネルギー、エンドユーズ技術の3つの作業部会と核融合調整委員会から成っており、さらにこれら作業部会の下に参加希望国が署名する実施協定(IA: Implementing Agreement)がある。

水力技術に関する実施協定は、再生可能エネルギー部門に属しており、正式名称は「水力技術と計画に係わる実施協定」で、水力開発に係わる諸問題について調査・検討を目的にしている。協定は1995年3月9日にカナダ、モントリオールで

開かれた第1回執行委員会においてカナダ、フランス、イタリア、日本、ノルウェー、スペインの6ヶ国によって結ばれ、1996年から新たにフィンランド、スウェーデン、イギリス、中国(資金負担なし)が協定に加わった。実施協定の活動は、次に示す5つのANNEXに分かれている。

ANNEX I 再開発技術 (Upgrading)

ANNEX II 小水力開発技術 (Small Scale Hydro)

ANNEX III 水力と環境 (Hydropower and the Environment)

ANNEX IV 運転 (Operations)

ANNEX V 水カトレーニングプログラム (Education and Training)

上記のANNEXのうち、わが国はANNEX IIIとANNEX Vに参加している。ここでは、(財)電力中央研究所のメンバーが参加し活動してきたANNEX IIIについて、これまでの活動状況を紹介する。

2. 水力実施協定における環境部門(ANNEX III)の活動状況

IEA 水力実施協定を遂行するために(財)新エネルギー財団に国内統括委員会が1995年に設置された。統括委員会の使命は、水力開発に係わる環境との調和および水力発電所の計画・建設・運用に係わるトレーニング手法に関する基本的事項の審議を行うとともに、IEA執行委員会に出席し報告することである。また統括委員会を支えるため、個々の調査項目について具体的、専門的事項を調査・検討する国内専門家委員会が設置されて

いる。しかしANNEXを支える国内専門委員会は、現在のところ環境部門(ANNEX III)だけである。国内環境専門委員会の委員長は(財)電力中央研究所の安芸周一特別顧問(前常務理事)である。環境専門委員会で検討した調査結果は、IEA 専門家会合(Expert Meeting)で報告され、さらに専門家会合の結果を含めて統括委員会に報告されることになる。

ANNEX IIIは、1995年3月にカナダで実施協定と同時に発効した。ANNEX IIIへの参加国は、カナダ、イタリア、日本、ノルウェー、スペイン、スウェーデン、それに1996年の2月からフィンランドが参加し計7ヶ国である。現在までに、専門家会合が6回およびワークショップが4回開催されている。専門家会合への参加者は、毎回約20名である。会合では、ANNEXの具体的な作業項目、予算、およびスケジュールが審議され、それぞれの事項について各国の代表者の合意が図られる。ワークショップは、第3回専門家会合から同時に開催されるようになり、そこでは各国の水力発電と環境に関する研究発表とANNEX IIIについて調査・検討してきた課題が議論される。会合の開催地は毎回異なり、これまでに開催された場所は、順に、モントリオール(カナダ)、ローマ(イタリア)、ストックホルム(スウェーデン)、マドリード(スペイン)、東京(日本)、ベニス(イタリア)である。Annex IIIのまとめ役はオペレーティング・エージェント(OA)と呼ばれており、ノルウェーの水資源・水力庁の Mr. Sverre Husebye が担当している。

ANNEX IIIの作業は、水力計画の環境影響評価に対する一連の国際的な勧告と関連する保全対策の適用に関する基準を作成することである。それはまた、水力と他の電源との環境影響を比較するために必要な情報を整備する。さらに、様々な水利用形態の発展により水資源の需要が増加しつつある中で、将来の持続可能な利益を得る手段として、再生可能エネルギーである水力の役割を明確にすることである。この目的を実現するため

IEA 水力実施協定における「火力と環境委員会」とその活動

に、ANNEX IIIは以下に示す6つの作業項目(Sub-task)から成っている。

ST-1 水力開発に係わる環境問題事例の収集：環境や社会に与えるプラスとマイナスの影響と、水力開発の環境保全に関する調査を行う。

ST-2 上記のデータベース化：環境と社会影響について国際的な情報データベースを整備し、保全方法と世界の水力開発の経験から得られた許認可手続きの効果が検索できるようにする。

ST-3 水力と他電源の環境負荷比較：水力と他電源との環境影響を比較する。

ST-4 各国の環境アセスメント制度の調査：水力開発の環境影響評価について既存のガイドライン、法的枠組み、および許認可手続きを調査する。

ST-5 IEA版アセスメントガイドラインの作成：水力開発と運転の環境影響評価に対する国際的な勧告や方法を整備する。

ST-6 水力開発に係わる環境負荷低減策の検討：水力と水資源の開発／運転に対する環境影響の管理について、これまでの経験と事例を概説するサブタスクの中で、作業が最も進んでいるのは、ST-1である。ST-1はANNEX IIIの中で最も中心となるサブタスクで、水力の開発と環境影響に関して数十項目の質問事項をアンケートで関係国に配布しデータを整備するものである。現在までに20事例ほど集まっており、最終的には40事例程度のデータベースを構築する予定である。ST-3は、各種発電システムの環境負荷の大きさを比較するデータベースを構築し、かつ影響評価や経済性についても検討するものである。データベースは、各エネルギー源の発電プロセスだけでなく燃料供給や廃棄物のプロセスについてライフサイクルにわたり環境負荷を整備するものである。サブタスクの報告書は、ドラフトが1998年9月中旬までにはすべてが書き上がっていないと見られる。今後のスケジュールは、専門家会合をフィンランド(1998年3月)とアジア(1998年10月)で開催した後に、1999年3月にはスペインで国際会議の

開催を予定している。国際会議では、ANNEX IIIの成果報告の他に、基調講演や招待講演も予定されている。そして2000年の3月までには、水力開発の環境影響のデータベースを整備し、環境や法規制に関するガイドラインも報告書にまとめなければならない。

3. おわりに

IEA や IAEA (国際原子力機関) など国際機関の会議の多くは各国の専門家によるボランティア活動で成り立っているといっても過言ではない。会議への参加者は、大学、国立研究機関、財団法人や大企業の研究機関の人々がほとんどで、仕事の合間を見つけて出席している。一般に会議のスケジュールは詰まっていて、途中抜け出すことも難しい。もちろん楽しいこともある。会議期間中に必ず1回開かれる夕食会で、異なる国の人々と互いに話し合う機会がある。また会議期間中の前後に得られるつかの間に周辺の市内を観光するのが唯一の憩いになる。

著者は、IEA の専門家会合にはストックホルムで開かれた第3回目の会合から専門委員として参加してきた。会合は、約4日間ホテルに閉じこめられて、朝9時から始まり、夜の6時まで続く。議論が紛糾したときは夜の9時まで続くことがある。会議開催中の休憩は午前と午後1回ずつと昼食だけで、途中抜け出すこともできないハードな会合である。会議の進行は、OA であるノルウェーが予め検討事項のリストを作成し、それに沿って審議していく方法である。極めて合理的であり、国際的な会合で審議するには有効なやり方だと感心した。

しかしそれでも言葉の定義や内容についてしばしば紛糾することがある。異なる制度や文化を持つ国の人が互いに理解し合うことの難しさを痛感する。会議はすべて英語で行われるが、皮肉なことに英語を母国語にしている参加者はいない。

これまでの作業の進行状況は、当初のスケジュールから遅れている。データベースの枠組み作りやデータの提供など具体的な作業に関しては、日本が最も精力的に作業をしており、スケジュールを守っている。議論好きなヨーロッパ人も具体的な作業になると捗らないこともあるようだ。作業が予定通りに進まない別の理由もある。ST-2 は、サブタスクリーダーであったカナダのオンタリオ・ハイドロが会社の都合により脱退したため、計画修正を余儀なくされた。イタリアの ENEL も会社のリストラの影響で、これまでのような積極的な協力はできない状況にある。世界に吹き荒れている規制緩和の風は、各国の国際機関への参加協力も厳しい状況にしている。

ANNEX III で開発している豊富な水力データベースとその検索システムは、環境重視のこれからの社会に役立つことは間違いない。特に途上国の水力開発の必要性が高まっている中で、そのデータベースの役割は大きい。21世紀の持続可能な発展に向けて、先進国は互いに協力しあって、是非、ANNEX IIIの作業を完結してほしい。

(うちやま ようじ
電力中央研究所 経済社会研究所)

IIASA 滞在記

杉山大志

IIASA の統合評価研究

筆者は、1995年10月から1997年3月まで、国際応用システム解析研究所 (IIASA) に長期出張した。IIASA では、「環境と調和したエネルギープロジェクト (environmentally compatible energy strategies project)」に参加した。同プロジェクトでは、世界エネルギー需給モデルによる超長期予測 (2100年まで) を主な研究内容としており、IIASA 内での他プロジェクトと共同で、地球温暖化および地域酸性化について、排出から環境影響までの一貫した数値モデル分析を行っている。このように、エネルギーの需給から、それによる気候変動、およびその影響に渡る総合的な評価を数値モデルによって行う手法は、統合評価 (integrated assessment) とよばれ、96年に出版された気候変動に関する政府間パネル (IPCC) 第2次評価報告でも1つの章を占めるなど、注目されている。IIASA は、世界的なエネルギーモデルワークショップ EMF14 を開催するなど、この活動の中で中核的な役割を果たしている。

筆者は、このIIASAの統合評価モデル研究において、エネルギーモデル部分の作業に参加した。IIASA の長期エネルギー需給モデルは、世界を11地域に分割しており、マクロエネルギー経済モデル IIR と、技術積み上げ型モデル MESSAGE、および CO₂ 排出削減技術データベース CO₂DB からなる。酸性化モデル RAINS、農業モデル BLS も含めて、諸前提条件、シナリオなどに関する検討・議論を通じて、エネルギー・地球環境問題とそのモデリングに対する理解を深めることができた。

温暖化対策の時間的柔軟性

ちょうどこの滞在中にホットな話題になったのが温暖化対策に関する時間的柔軟性、いわゆるバン

キング・ボローイングに関する研究であった。IIASA はこのような世界最先端の研究の情報を得るには絶好の場所であった。この議論は、温室効果ガス排出削減対策の実施は、今後20ないし30年は先伸ばしにした方が経済効率的であるとする EPRI の Richels らの指摘に端を発するものである。

この主張は世界全体を議論する文脈で用いられたが、世代間・国際間の公平性を考慮するとこのような主張が認められる可能性が低いというのが筆者とIIASAの研究者達の共通認識であった。

筆者はボローイングの議論は世界全体を対象としては成り立たないが、特定の国の特定の産業については成り立つ可能性を見出し、日本の電力業界に議論を焼き直して検討を行った。これは長野、高橋両研究員と共同で報告書¹を既にまとめた。日本の電気事業は①設備寿命の長いインフラを多く抱えており、また②短期的に利用可能な低CO₂技術オプションが限られている、という特徴があるために、時間的な柔軟性のある対策が好ましい。

SO_x 排出動態の研究

また統合評価における別の重要課題は、将来の途上国、特にアジアの SO_x 排出をどのように推計するか、というものであった。SO_x 排出は、四日市に見られた局所的な大気汚染のみならず、越境酸性雨、および地球温暖化にも関連する。地球温暖化に関しては「冷却化効果」を持ち、現在のところ CO₂ その他による温室効果の約半分を相殺し、温暖化を隠している。これが将来的に高く推移するか、それとも低く推移するかによって、将来の温暖化の様相は大幅に異なるのである。

このような重要性が認識されたのはわりと最近の

¹ 温暖化対策の時間的柔軟性に関する考察、電中研 Y97006

ことで、そのため過去の超長期世界エネルギーモデルでは、その取り扱いが粗略であった。その結果、IPCCでも非現実的なSO_x排出経路が想定されるなどの問題があった。

将来の排出を推計するには、環境クズネツ曲線という考え方が提案されている。これは、所得上昇にともなう汚染水準が逆U字曲線を描くというものである。すなわち、発展の初期段階では汚染は所得上昇にともなう悪化するが、ある程度所得が増すと環境対策が講じられて改善する。これは日本の戦後の公害史を想起して頂ければ納得できるだろう。

筆者は、このような考察がアジア諸国の過去に当てはまるか、またそれが将来のアジア諸国の汚染を推計するに当たってどのような意味を持つか、という点について考察した²。中国都市市民はすでにかなり豊かであり、環境改善のための支払い能力も意志も高い。また制度的対応の手法や公害対策技術開発に関しては先進国の公害体験から学ぶことができる。問題は経済的・技術的では無く、むしろ制度的・政治的次元にある。政策決定者にとっての重要な課題は、豊かな都市市民の資金負担能力が環境投資に活かされる制度を作ることにある。この研究は、IIASAにおけるエネルギープロジェクト、酸性化プロジェクト、土地利用プロジェクトの研究結果および同プロジェクト研究員との議論を通じて啓発され、実施された。

この結果を援用して、世界の将来のSO_x排出の推計を行う作業を、東京大学と共同して行っている。予備的な結果は既にでており、1月のエネルギー・資源学会で発表した。これについては今後推計を精緻化してゆく。またアジアについても同様な将来排出推計作業を行っており、これは当所の大気科学部およびIIASAの酸性雨研究との連携のもとに酸性雨予測に用いる。

IIASAと電中研

研究態度面でもおおいに学ぶ所があった。欧米では年齢というものが重要でなく、若い人でも優秀であれば重要なポジションを占める。20代でIIASAの一つのプロジェクトを任せられるようになった人や、またIPCCの執筆者になった人もいた。勿論これは例外的であり、彼らの能力は抜きん出ている。しかし普通の若い人でも、実に堂々と振る舞う。その一方で、「自分はまだ若いから」という考え方は、不勉強を認めない只の言い分けに過ぎない事を知った。自分に甘えがあったことを反省させられ、研究者としての態度を変えたつもりである。

IIASAと電中研の彼我の差を見比べ、電中研における統合評価研究の可能性について考えた。IIASAは地球環境問題のソフト研究に関してあらゆる部門を擁する総合研究機関であり、その聞き手は国際社会である。対して、電中研は電力に関する総合研究機関であり、その主要な聞き手は電気事業である。電中研には地球環境問題に関連するソフトの研究プロジェクトは一通りあり、それぞれの実力は非常に高い。またハードについても第一級の研究者を擁している点ではIIASAよりもはるかに有利である。従って電中研における統合評価研究というものは、電中研の質の高い個々の研究が全体として持つ意味を探り、それを電気事業をはじめ電中研の聞き手にむけて発信するものでなければならない。COP3を受けて温暖化対策が本格化している中で³、このような研究がまさに今必要とされており、IIASAで学んだことを活かすべく、努力をしているところである。

(すぎやま たいし
電力中央研究所 経済社会研究所)

² 東アジア諸国のSO_x排出動態に関する考察、電中研 Y97005

³ COP3で何が決まったか、電中研研究調査資料 Y97902

オランダにおける電気事業とその研究機関の動向

米田典由

筆者は、1996年10月から97年6月までの9ヶ月間、オランダ電気事業の研究機関 KEMA に滞在する機会を得た。そこで、今回、オランダにおける電気事業とその研究機関の動向を紹介してみたい。

オランダの電気事業

オランダでは、エネルギー供給のほとんどを石炭と天然ガスで賄っている。国産エネルギー資源として天然ガスが非常に豊富であるが(埋蔵量30～40年分)、ブヘナム市にIGCCプラント(発電設備容量25万kW)が建設されるなど、石炭利用の推進、コジェネの拡大も積極的に行われている。他方、原子力発電については、安全性への懸念やバックエンドを含めた費用が大きいこと、原発停止が電力供給に与える影響が小さい(全発電量の5%)ことなどを背景に廃止が決定された。

英国やノルウェーなど他のヨーロッパ諸国に比べ、オランダの場合、電力規制緩和の進展は限定的なものではあるが、98年1月に発電事業者は地域独占の4社から1社に、配電事業者は40社ほどから数社への統合がなされた。これは、料金低減を狙い、発電・配電の各々でさらなる規模の経済性を追求するとともに、配電事業者サイドに分散型電源を積極的に導入して、発電と配電の間にも競争を促すものである。発電・配電事業者では、統合に際して約2割の人員削減が進められている。

その結果、発電には、発電事業者1社(発電設備容量1,440万kW)と、主に化学・石油産業が所有する天然ガス火力の自家発電設備(発電設備容量310万kW)が存在している。また、送電には、発電事業者が運営する送電系統運用組織 Sep がある。ここでは、220kV以上の給電指令・系統運用

の他、全国的な発電・高圧送電設備計画、燃料調達、電力輸入・売買価格設定などを担当している。さらに、220kV未満の送配電には、数社の配電事業者が存在し、ガス、水道、熱、ケーブルテレビ配信などまで、広く地域エネルギー供給事業を手掛けている。配電事業者は、需要予測、料金・供給・接続条件設定、保安基準策定などを実施する EnergieNed を組織している。

これら発電・配電事業者は、いずれも地方自治体などが出資する独立採算の公社(N.V.)や株式会社(B.V.)として運営されている。そして、配電事業者が発電事業者の株主であることが大きな特徴となっている。

KEMA の概要

KEMA は、1927年10月、電力ケーブル試験所として、電気事業から給付金を受ける非営利法人形態で設立された。KEMA とは、この時の正式名称“N.V. tot Keuring van Electrotechnische Materialen”の略(オランダ語で「電気用品試験公社」の意)を起源とする。首都アムステルダム市の南東80kmのアーネム市に位置し、国内電気事業における研究開発のほとんどを受託するとともに、電気用品試験や短絡試験、コンサルタント事業も行っている(<http://www.kema.nl>)。

経営効率化を求める電気事業からの強い要請により、KEMA は、89年に株式会社の形態に転換した。現在、発電・配電事業者がほぼ半々の割合で株式を所有している。

〔資金〕

KEMA グループ全体の96年度総売上額は、2億5,000万ギルダー(約150億円)で、受託研究、電気用品試験、短絡試験、コンサルタント事業が各々1/4ずつを占める。安定した売上げがあるもの

の、電気事業からの受託研究減少を食い止めることが出来ず、550万ギルダー(約3億3千万円)の赤字となった。コンサルタント事業の一層の拡大により、電気事業以外の顧客を獲得することが最大の経営課題となっている。

【要員】

KEMA グループ全体の要員は、96年9月には約1,450名で、内訳は、海外子会社に約350名、国内子会社を含めてアーネム市に約1,100名(研究職約200名、事務職約250名、他にエンジニア、テクニシャンなどの技術職約650名)であった。

しかしながら、電気事業再編の動きに呼応して、受託研究費減少などの事態にも対応し得る組織となることを目指して、研究部門の整理・統合による大幅な組織改革が行われた。また、98年秋までにアーネム市に擁する要員を900名にまで削減する予定である。

【組織】

取締役会、経営会議の下に、財務・会計、人事・組織、渉外・広報の3事務部門、成果情報移転、不動産・購買、研究技術支援、設備管理の4支保部門と次の5研究部門からなる。

- ①発電：IGCC など化石燃料発電、材料、寿命診断・延伸等
- ②原子力発電：原子力発電全般
- ③送配電：送配電全般および大電流・超高压試験、短絡試験等
- ④情報通信：系統解析、電力設備管理・保守、計測・診断、情報システム等
- ⑤環境、新・省エネルギー：環境(ACACIA など地球温暖化、大気汚染物質測定、水質管理など)と分散型電源、自然エネルギー、省エネルギー等

研究課題は、以上の5つの研究部門でインハウスを主体に推進されているが、電気事業からの受託研究の調整役として、組織横断的な「プログラママネージャー」が置かれ、課題選定、計画策定、進捗管理の役割を果たしている。

【特徴】

電気事業への研究成果のより確実な移転方策として、研究分野別に専任担当者を置く「ヘルプデスクサービス」が行われている。また、電気事業からの要請に対しては、①過去の研究成果・参考事例の紹介、②電気事業主催委員会やWGへの出席、③プロジェクト研究の立ち上げ、という3段階の対応が採られている。

91年にはEPRIの国際会員制度に加入し、オランダ国内におけるEPRIの情報を独占するとともに、国内電気事業が直接この制度の会員となることを阻止した。一方、電気事業からの受託研究減少に対して、海外株主および海外からの研究・コンサルタント依頼を獲得するために、EU内、旧東欧圏、ロシア、米国、インドネシア、中国にまで海外子会社として現地法人を設置し、積極的な営業活動を展開している。

オランダでは、2000年までにエネルギーセキュリティの確保、発電における規模の経済性、研究開発の効率化などを目指して、発電事業者を隣国ベルギーの発電事業者と合併させるという構想までが計画されている。基幹産業である電気事業においても、既存の枠組みを変えるための準備が進められている。

こうした環境の中、KEMAは、安定した給付金収入の得られる非営利法人から株式会社へと転換しなければならなかった。この経営的な危機とも言える状況で、コンサルタント事業に進出したり、オランダ国外にまで活動範囲を拡大したりするなど、国際的な研究開発競争に積極的に取り組んでいる。逆境をチャンスと捉え、今日の地位を確保し得たことには、強かさ、逞しさを感じずにいられない。

(よねだ のりよし
電力中央研究所 企画部)

気候変動枠組条約第3回締約国会議 (COP3 KYOTO)

東 一 郎

1. はじめに

1997年12月1日より始まった国連気候変動枠組条約(UNFCCC、以下気候条約と略)第3回締約国会議(COP3)は、深夜に及ぶ熾烈な交渉を経て12月11日、京都議定書を採択し、閉会した。

COP3には、世界161カ国より、政府関係者、NGO、プレスを含め9850人が参加した。政府代表団よりも報道関係の参加者数が多いというほど内外に注目された会議であった。これは、この会議の歴史的な役割、温室効果ガス(GHG)排出抑制の数値目標を盛り込んだ議定書の採択が注目されたためである。

会議前には、多様な国家間の利害と思惑の前に、議定書の採択には至らないのではないかとの懸念もあったが、結果的にCOP3は、難産ながらも法的拘束力を持つ議定書を採択した。数値目標の合意により、温暖化問題は、現実の国内政策の対象となった。京都で何が決まったのか、決まらなかったことは何か、決まったことが我々に及ぼす影響とは何かを以下に検討する。

2. 京都議定書の概要

京都議定書の特徴は「厳しい数値目標と十分な柔軟性(杉山, 1997)¹⁾」にある。会議前に米国が主張した1990年水準の安定化(0%削減)に比べれば議定書の数値目標は厳しい値であるが、目標の達成方法については、幅のある目標期間やGHG吸収源の算入、共同実施や排出権取引を認めるなど、相当の柔軟性がある。

(1) 数値目標(議定書第3条)

先進国及び市場経済移行国(気候条約の附属書I諸国、以下先進国と略)に対しGHG排出抑制の数値目標が定められた。目標値は各国一律ではなく、国別であり、1990年比でEUの8%減からアイスランドの10%増までの幅がある。日本が主張していた国毎の事情を配慮した差異化が認められている。主要国の数値目標を表-1に示す。

国連プレスリリースによると、数値目標の合計は、対象となる先進国全体から1990年に排出されたGHGの5.2%削減に相当し、何らの対策が講じられなかった場合の2000年時点で予想される排出量の10%減となる。先進国は、目標期間(2008~2012年)の平均値で目標値を達成することを約束する。それ以前においても、2005年までには約束達成に向けた進歩を実証しなければならない。

対象となるGHGは、CO₂、メタン、N₂O、代替フロン2種類、及びSF₆ガスの計6種類であり、IPCCの地球温暖化係数(GWP)を用いてCO₂換算の上合算される。数値目標の達成にあたっては、1990年以降の植林等によるGHG吸収量を差し引くことができる(ネット方式)。また、目標期間中に目標以上の削減量を達成した場合には、その差をそれ以降の期間に持ち越せる(バンキング)。

表-1 主要国のGHG排出抑制の数値目標

国名等	数値目標 (1990年比)	会議直前の 各国の主張
日本	-6%	(-5%)
米国	-7%	(-0%)
EU諸国	-8%	(-15%)
ロシア、ニュージーランド'	-0%	
オーストラリア	+8%	

(2) GHGの共同削減

気候条約ではもともと、各国は GHG 安定化対策を他国と共同で実施できるとされており、IPCC1995 年報告書でも、最も費用対効果的な対策として、先進国と途上国による共同実施が推奨されている。このため、COP1 以降、排出削減量の移転を伴わないパイロットフェーズの共同実施活動が 2000 年までの予定で試行されている。

京都議定書では、共同実施という用語こそ使われていないが、まず第3条において、排出削減量の他国からの入手及び他国への譲渡を認めている。以後の条文においても、各種の共同削減策が定義され、先進国の約束達成に柔軟性を与えている。但し、地域全体での削減を図る共同達成以外については、国内対策をおろそかにすることのないよう、補完的な方策として位置づけ、その無制限な利用を禁じている。共同削減の具体的な手順やガイドライン等は、今後の検討課題となっているため、どの程度実際に活用できるのかは、現時点では不明な点が多い。以下に各種の共同削減策の要点を紹介する。

(a) 共同達成 (第4条)

数値目標を共同で達成することに合意した先進国は、合計の削減で目標を達成したものとみなされる。条文には、国または地域経済統合機関と明記されており、EU 一体としての削減(EU バブル)を認めている。

(b) 共同プロジェクト(第6条)

先進国は他の先進国との共同プロジェクトによって得られた GHG 削減量を移転・入手できる。各国は、これらの活動に加わる権利を企業等の法人に与えることができる。先進国間の共同実施を認める条文。

(c) クリーン開発メカニズム (第12条)

途上国はクリーン開発メカニズムに基づいたプロジェクト活動により、持続的開発と GHG 排出削減の利益を得る。先進国は、プロジェクト活動から生じた削減量の一部を自国の数値目標達成の為に

使うことができる。実質的には先進国と途上国間の共同実施を認めている条文。先進国にとって、相当の価値を秘めているとともに、その具体的な運用によっては、途上国の GHG 削減への自発的な参加を促す。

(d) 排出権取り引き(第16条2)

気候条約締約国会議は、排出権取り引きの原則、仕組み、規則、ガイドライン等を定義する。先進国間の排出権取り引きを認めた条文。これにより、ロシアは、排出権を他国に輸出することができる。ロシアの現在の GHG 排出量は 1990 年に比べ経済停滞のため約 30%減少しており、ロシアに割り当てられた削減目標 0%からみると相当の移転ポテンシャルがあるとみられる。

(3) COP4 への課題

気候条約では、先進国と途上国は気候変動防止に関し「共通ではあるが差異のある」立場にある。このため、ベルリンマンデート(COP1)に基づき、COP3 では、2000 年以降の先進国の GHG 数値目標で合意することを最優先にした。途上国の数値目標への参加のあり方についての議論は先送りされ、また、数値目標を遵守させるための法的拘束力や、クリーン開発メカニズムなどの共同削減策の具体的な手順も今後の検討事項として残された。

今回、京都議定書でベルリンマンデートの課題が一応満足されたわけであり、1998 年 11 月にブエノスアイレスで開催予定の COP4 では、京都議定書の実効性を保証する具体的な手順の検討とともに、途上国も含めた全条約締約国の約束の見直しが争点となる公算が強い。

CO₂ の大気中の寿命は、50～200 年と長いいため、仮に今、全世界の CO₂ 排出量を 1990 年水準に安定化したとしても、大気中濃度は上昇を続ける。途上国への数値目標の割り当てを含めた一層の約束強化が大気中濃度の安定化には不可欠である。フロン規制を目的としたモントリオール議定書では、改訂を重ねるごとに議定書を強化し、途

上国も含めフロンを全廃に合意した経緯があり、京都議定書も、順次、約束を強化していくと考えられる。

3. 京都議定書への対応

京都議定書は、1998年3月より調印可能となり、先進国のGHG排出量の55%以上を占める国の批准が得られ、かつ55カ国以上が批准することを条件に発効する。米国は、途上国の責任が議定書では明確でないことを理由に、批准の延期を表明しているが、一方で議定書の柔軟性を活用した場合の実質的な削減率は3~4%であるとして、議会への説得を開始している。EUやCOP3の議長国である日本は、早期に批准すると見られる。COP3以降の先進国の温暖化対策が数値目標達成を柱に展開することは間違いない。

(1) 日本への対応

日本においても、すでに首相を本部長とする地球温暖化対策推進本部が設置され、①最高水準のエネルギー消費基準の策定(省エネ法の改正)、②新しいライフスタイルの実践を促す広報、③CO₂固定化等の革新的な技術の開発・普及、④途上国への支援・国際協力の抜本的な強化を4本柱とする取り組みの強化が始まった。長期エネルギー需給見通しの見直しも開始されている。

COP3会場でグローバル・ダイナミクス・インスティテュート(米国の研究機関)が配布したペーパーによれば、エネルギー効率をかなり楽観的に上げたとしてもGHG削減量には限界があり、抜本的な削減はGDPの抑制か燃料転換によるとしている。すでに世界一のエネルギー効率を誇る日本においては、①の省エネ方策の強化だけでは、十分な削減量にならないこと、②のライフスタイルの変換や、議定書の柔軟性を活かした④の国際協力が不可欠であることを示唆している。EUは欧州統合化の中で地球環境問題への対応を考え、米国は、ロシアや南米との連系を指向している。また、

燃料転換においては、原子力発電の推進がGHG対策の要とならざるを得ない。

ここで、日本の数値目標GHG6%削減を量的にイメージするため、簡単な試算をしてみた(表-2)。気候条約に基づく日本の国別通報では、何らの対策を行わなかった場合の2010年度時点でのCO₂排出量を炭素換算で約3.7億トンと見込んでいる。これに対し1990年度の排出量の6%減は約2.9億トンで、差し引き0.8億トンのCO₂の削減が必要である。ちなみに、0.8億トンに、OECDが削減コストの目安とした、1トン当たり100ドルをかけると約80億ドル(約1兆円)、日本の国家予算のおよそ1%程度の規模である。

表-2 2010年度時点での日本の削減量の推定

	CO ₂ 排出量
① 1990年度実績*	3.07 億 t-c
② 1990年度 x 0.94	2.89 億 t-c
③ 1995年度実績*	3.32 億 t-c
④ 2010年度推定*	3.69 億 t-c
⑤ = ④ - ②	0.80 億 t-c

注: * 数値は日本国第2回国別通報(1997)

(2) 望まれる諸政策の整合性

国内のGHG対策における一つの大きな課題は、国の数値目標と各産業、あるいは消費部門との関係である。国別通報の区分では、GHGはエネルギーの最終消費部門で発生する扱いとなっており、エネルギー変換部門には、排出原単位での削減が強く要求されるであろう。民間の自発的努力を促すインセンティブを主体とするのか、規制的手段または税制のような経済的手段を用いるのかも重要な選択肢である。

これらの国内措置と、現在、不況下で急速に進行しつつある規制緩和との整合性も十分に検討すべきである。例えば、日本の温暖化防止策の大きな柱は原子力発電の拡大であり、2010年で原子力約7000万kWの目標を掲げている。これには、官民併せての相当な努力が必要であるが、諸外国の電力市場自由化のもとでは、短期的にみてコスト的に不利な原子力発電の建設は停滞する方

向にある。一方、世界自治体連合(ICLED)を中心に自治体のCO₂排出抑制への関心は急速に高まっており、国別目標値よりもさらに高い独自の目標を設定している自治体もある。環境影響評価法(新アセス)では対象事業のCO₂排出量が報告事項とされる。

経済政策や環境政策、エネルギー・資源政策が個別に議論されるのではなく、整合性をもって、環境を考慮に入れた新しい経済システムを構築することが重要であり、国際協力による共同削減を含め、省庁や官民の垣根をはらったオープンな議論を期待する。

(3) 今後の研究課題

IPCC1990年報告書は、気候条約成立(1992年)の契機となり、1995年報告書は、COP2において先進国における約束強化の理論的裏付けとなった^[2]。温暖化防止に向けた国際的な政策決定は、政治的な取り引きを含みながらも科学の言葉に基づき進められてきた。気候条約の目的は「気候系に危険な干渉を与えない水準でのGHG大気中濃度の安定化(第2条)」である。この水準をめぐる議論に科学と政治の明確なラインは引けない。

温暖化は、基礎的・学術的な研究の成果が現実の政策決定に直結するという、研究所にとって、挑戦のしがいのある分野横断的な課題である。電力中央研究所は、早くから地球環境問題を重点課題の一つと位置づけ、科学的、工学的あるいは政策的な研究を推進してきた。

COP3を契機に、費用対効果の優れたGHG削減方策の開発はもちろん、GHG排出量と大気中濃度との関係、大気中濃度の気候に対する感度、各種抑制策や技術開発が気候や、経済、社会に与える影響などを、総合的に評価することが次の大きな課題となっている。IPCC1995年報告書が問いかけた、原子力発電が有効な温暖化オプションとなるための条件、すなわち原子力の社会的受容性の向上にどのような解を用意し、2001年に刊行

が予定されているIPCC第3次報告書にインプットするかも緊要な課題である。

所感

気候条約では、透明性の原則に基づきCOPへのNGOのオブザーバー参加を認めている。今回、COP3は数値目標をめぐる最後の決戦とみなされ、気候フォーラムが300人を超える代表団を参加登録するなど、国内からもこれまでにない積極的なNGOの参加があった。電中研も、NGOとして、COP3に参加、展示ブースを設置するとともに、最新の温暖化研究の成果を紹介する「環境とエネルギーに関するワークショップ」を開催した。ワークショップは内外から多数の参加者を集め、関西電力の宮崎原子力企画部長の参加を得たこともあり、原子力の位置づけ等をめぐり、活発な議論を展開できた。展示ブースでは、研究成果を収録した英文小冊子を1000部用意したが、最終日を待たずになくなるなど好評であった。筆者もこれらの活動に参加したが、報告書以外の手段による研究成果の国際的な反映、政策的研究の提言のありかたについてヒントをつかんだ感がある。日本の産業界からも、経済団体連合会、電気事業連合会、日本電機工業会などが活発な提言活動を行ったことを付記する。

【参考文献】

- [1] 杉山大志(1997), 「COP3で何が決まったか」
(電力中央研究所調査資料 No. Y97902)
- [2] 講座「現代エネルギー環境論」
エネルギー教育研究会編著(1997)電力新報社

- ・ 京都議定書はインターネット上で入手できる。
(<http://www.unfccc.de/>)

(ひがし いちろう
電力中央研究所 経済社会研究所)

『ワシントン戦略読本—ホワイトハウスの見える窓から—』

寺島実郎著（新潮社、1997年8月刊）

青柳 栄

「15回戦を戦ってくる」と宣言し、大型のワープロを背負って日本を飛び立った精鋭の商社マンが、1987年5月、ニューヨークのJFK空港に降り立った。学生時代にプロのジムに所属したボクサーでもある著者が離日前に言い残した15回戦とは、「日本選手権やアジア選手権ではなく、世界選手権に参戦することを意味しておった」と留守役の盟友が後に証言している。10年の歳月が流れ、1997年3月、ワシントン事務所長を後任者に引継ぎ、いよいよ帰日を翌朝にひかえた夜、ホワイトハウスにほど近いレストランに多くの同胞が集まった。著者は、「思い描いた通りの米国滞在を終了した。日本の将来が前途多難ではあっても"悲観は感情、楽観は意思"と考え、今後もインプットとアウトプットの調和を維持して仕事をしたい」と力強く結んだ。

紹介する図書は、著者の米国滞在の後半に月刊誌フォーサイトに連載された「ホワイトハウスの見える窓から」の集大成である。一貫して企画情報畑を歩んだ著者の周到な構想をもとに、国際情勢、日米関係、米国の歴史、文化などについての幅広く、かつ深い見識が披瀝され、軽快なフットワークから放たれるジャブ（諫言）、ボディブロー（辣言）と重量感のあるカウンターパンチ（直言）のリズムが心地よい。著者の卓抜したバランス感覚は、国際情勢を面で捉える視座の多様性、深淵な歴史認識から教訓を導く謙虚な姿勢、そして何よりも、今では多くの日本人が失ったように思える国創りに対する情熱が連動して醸成されている。空間と時間に跨がる真摯な思索が見事に体系化された著作である。

グローバルや地球環境、情報化という形容詞を

冠しておけば、時代の風潮を表層的に追従することは容易である。しかし、著者は、新しい世紀に向けて私達が少しは腰を据えて考察せざるを得ない問題に対して、深く掘り下げた空間的視座を提示している。例えば、日米と一口で括ると、いかにも日本と米国が、既にしてあらゆる側面で対等であり、相互に同程度の関心を払い、国際問題の中心に日米関係があるような錯覚に陥りがちである。もちろん、日米というバイラテラルな関係だけが国際問題ではないし、良きにつけ悪きにつけ、戦後社会をリードしてきた知米派だけが正当な知識人や言論人ではなく、知日派が必ずしも親日派ではない時代に突入している。「日本が望もうと望まないと、戦後50年続いてきた日米二国間同盟が変質し、次第に多国間ゲームに巻き込まれつつある」というのが著者の基本認識の一つである。最近では、日米防衛ガイドラインの見直しとこれに対する近隣諸国の反応、アジアの通貨危機と日本経済に対する期待、気候変動枠組み条約第三回締約国会議でのEU、米国、日本、途上国の交渉経緯などの事例が、基本認識の妥当性を証明している。著者は、日米という一つの軸だけを考察の対象とするのではなく、例えば、「米国にとって始祖の地であるヨーロッパ、冷戦の相手方ロシア、裏庭といわれながら御しがたい近隣でもある中南米、日本人の想像をはるかに越えた根深い歴史的關係を持つ中国」等の視点に立って米国の動向を観察、分析し、それを踏まえて、日本に望まれる主体性を論議し、数々の提言を行っている。グローバルスタンダードというと、ビジネスの国際ルールだけに限定された響きがあるが、実は、著書に示されるように、複数の相手

方の物の見方、考え方の多様性を理解するたゆまぬ努力、自らの側の意思決定プロセスの透明性を伴ったわかりやすい対外性が、多国間交渉の時代には求められている。

明治維新、第二次世界大戦後に匹敵する大転換期という熱気や意気込みも、停滞する経済にかき消されてしまったようだ。なるほど、著者が指摘するように、私達は「忘却の民」であるかもしれない。しかし、「歴史を知って人は謙虚になる」と常々語る著者は、米国滞在中にも、日米関係史の原点を精力的に洗い直し、ワシントンに残る日本人の足跡を辿りつつ、歴史認識という時間的視座の重要性を私達に教えている。100年のスパンで見ても、思う程に人間は賢明にはなっていない。例えば、著者は1860年の万延元年遣米使節団、1871年の岩倉具視使節団に遡り、すべてが初体験であった近代国家の黎明期の「自立に向けての志」を照射している。今日的な価値としての教訓は、万延元年遣米使節団が目撃した「議会の国アメリカ」である。「結局、この時から今日まで、日本は米国が議会の国であることが理解できず、つまり、無駄な議論に血道をあげているように見えて、議会における討議を通じて、国としての意思決定の質を高めていくという代議制の価値を、多くの日本人は理解せぬまま、議会は単なる完了シナリオの追認の儀式の場としてきたのではないか」という著者の洞察に感嘆する。およそ国家についての認識は、それぞれの企業や組織にもあてはまる。討議を通じて意思決定の質を高めるプロセスを浸透させることこそ、間違いなく、日本型のシステムや企業経営の改革の原点の一つである。

「IBMのコマーシャルではない」と前置きして、著者は、最近拘っているコンセプトが「to think(考えること)」であると語る。ふり返れば、日本企業の海外情報の収集に限ってみても、圧倒的に活字媒体によることが多い。情報技術の進展に伴ってリトリーバ

ル(検索)の形は変化したが、依然として根強い活字信仰がある。情報の紹介が最終目的になってしまった例には事欠かない。だが、著者が「to think」に拘りを持つ訳は、もっと深いところにある。個々の日本人の考える力の衰退である。考えるという行為を軽視する風潮に対する危惧である。海外情報ですら、ただ獲得して済む時代ではない。本当に必要なことは、例えば、著者が指摘するように、「日米関係がどうなるのかを、わずかな根拠で予想することよりも、日本としてどうするかというビジョンを示すことの方が大事」なのであり、「真の相互理解のための尊敬されるつきあい方に、日本もそろそろ踏み出すべき」という点である。総体としての経済力の成長が、必ずしも日本という国家に対する最大限の賛辞には繋がっていないという事実こそ、戦後の50年を総括して反省する時の原点の一つである。また、豊かさはあらゆる側面で私達が持ち得る選択肢の多様性によって測られた方がよい。このような文脈で捉えると、著者が提唱する自前の国際情報収集機関、政策シンクタンクの設定という構想が、単なる物理的な器の問題ではなく、物の見方、考え方の多様性を確保し、戦略的で柔軟なビジョンを提示するための前提条件の整備という根本的命題を核としていることに気が付く。真に尊敬されるまでの道は遠い。しかし、「もう成熟した」と言う前に考え、改善すべきことは多々ある。

因循姑息を排し、国創りという視点から明快な論理を展開する著者には、いつも勇気づけられる。関心のある方には、「地球儀を手に考えるアメリカ」(91年 東洋経済新報社)、「二つのフォーチュン—1936年の日米関係に何を学ぶか—」(93年 ダイヤモンド社)、「新経済主義宣言」(94年 新潮社)を併読することを薦めたい。

(あおやぎ さかえ
電力中央研究所経済社会研究所)

「電力経済研究」投稿・執筆規定について

「電力経済研究」編集委員会

1. 「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ください。
 - a. 研究論文・調査論文 400字詰め原稿用紙48枚以内（仕上がり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、当所の承諾を得てください。
6. 原稿はオリジナルの他、コピー1部（計2部）を提出してください。詳しくは執筆要項を参照してください。
7. 投稿希望者には執筆要項を送付いたします。下記にご連絡ください。

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

E-mail Src-rr-ml@criepi.denken.or.jp

電力経済研究 No.39

1998年2月28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

〒100-8126 東京都千代田区大手町1-6-1

大手町ビル

電話 東京 (03)3201-6601

印刷：藤本総合印刷株式会社

目 次

〈研究論文〉

原燃サイクルバックエンドにおける貯蔵過程の数理的考察……………長野 浩司…… 1

〈調査論文〉

財政政策は有効か？—マクロ経済と財政赤字について—……………加藤 久和……13

〈研究ノート〉

リサイクリング・システムの外部性……………西村 一彦……25

〈研究紹介〉

情報インフラ導入がオフィス業務やコミュニケーションに及ぼす影響の分析 ……馬場 健司……33

公共投資の地域配分に関する実証研究……………大河原 透……41

山野 紀彦

G5諸国の比較優位の決定要因について ……櫻井 紀久……47

〔解説〕

北海道産業クラスター創造戦略の紹介……………山中 芳郎……53

電源地域振興事例紹介：女川町の事例……………大河原 透……55

電源地域振興事例紹介：新潟県高柳町……………馬場 健司……59

〔海外動向〕

IEA水力実施協定における「水力と環境委員会」とその活動……………内山 洋司……63

IIASA滞在記……………杉山 大志……67

オランダにおける電気事業とその研究機関の動向……………米田 典由……69

気候変動枠組条約第3回締約国会議(COP3 KYOTO) ……東 一郎……71

〔文献紹介〕

『フシントン戦略読本—ホワイトハウスの見える窓から—』寺島実郎著 ……青柳 栄……75

(新潮社、1997年8月刊)