

エネルギー有効利用と産業構造の 関係からみた技術移転

西野 吉次

1. はしがき

丸3年にわたって当学会研究部会「第三世界とマイコン」に参加する機会を得て、大変幸せであった。

最近いろいろ話題になることに、海外技術協力や技術移転のことがあり、しかも戦争などのことを考えるより、むしろこのようなことを研究したほうがよいと土光さんも朝日新聞で披露されていた。いっぽうで経済援助協力は政治的にも重視されて、日本は経済大国にふさわしく、ここ数年いちじるしい数字上の実績をあげてきた。ただ、行なわれ方がこれでよいのかどうか。

いやしくも国民の税金を主体として行なう国民的課題である以上、いやがうえにも効率的であってほしいのである。予算をとって単に右から左へ移動するがごときことがあってはならない。効果の測定はなされているのか、相手国の実情は十分認識されているのか、援助実施の責任体制はできているのか、いろいろのことが頭をかすめるのである。

いっぽう、民間活動ながら最近新聞紙上をにぎわしている「ブーメラン効果」ということも気をひく問題である。関心が向くことは当然とは思っているのだが、あまり狭い視野のもとで考えるものではなく、考え方を変えてみることも必要ではなから

うか。

現在利益が多少減っても将来利益を多くもたらすかもしれないし、技術伝播の歴史からいえば、いつの日にか同じ状態になると考えざるをえないものだからである。これらのことをふまえて、現在の日本の産業経済の一分析として産業構造の動向をさぐり、技術移転や技術協力の問題に一考を与えてみたいと思う。

2. 石油制限下での日本産業の屈伸性

エネルギー問題の論議は最近全般的に緩和状態にあるやにみえるが、日本経済にとってその重要性は少しも変わっていないことはいうまでもない。その証拠にイ・イ戦争の過程でホルムズ海峡封鎖が懸念されたとき、にわかに世間を騒がせたことでもみることができる。

省エネは第1次石油ショック以来、産業界の懸命の努力で相当の効果をあげてきたことは周知のところである。ただそれは今までの無駄を省き、より活用することに重点がおかれた。筆者はさらに産業構造の立場からエネルギーの有効利用を考えたらどうなるかをみるために、この数年簡単なモデルを使って若干のシミュレーションをつづけてきた。元来、産業の発展は自然発生的なものと考えられるが、国民経済全体としての視野から望ましい方向が示されてもおかしくはないと思われる。

たとえば、ここにいう石油制限なる制約などは

日本の国土にとって不可抗力的なものとするのは当然なことであろう。いわく、経済のサービス化、高付加価値化、等々最近ではむしろ言い古された国民一般の了解事項とでもいえるし、なおまた公害問題からみても納得のゆく方向として認めざるをえない。

このような意味で原油輸入を制限条件に組み込んで、他の種々の考えられる条件のもとに日本産業はどうなることだろうかを、簡単なモデルで数量的にとらえようとしたものである。

2.1 モデル

モデルには入出力型レオンティーフの静的モデルを採用し、これを通常最終需要を外生的に決める方式ではなく、線形計画を利用して産業構造を最適化するよう生産構造とともに最終需要構造をも内生的に(スラック変数値)求めてみて、その結果が将来実施可能なものかどうかを判断しようとするのである。

周知のように線形計画はオペレーションズ・リサーチではきわめて実用的であり、合理的な結果を与えてくれる方法である。いっぽうで経済の動きもまたすぐれて合理性を追い側面をもつものであって、長期的には自然にその合理性を産業活動のうえに実現してゆくように思われる。またいっぽうで戦後の日本は所得分配に公平を折り込む政策をとっている。これは雇用機会の均等に反映していると思われるし、今後もこの雇用問題は重要な政策課題でありつづけるであろう。

こういう意味において、筆者のとった目的関数すなわち、(雇用+GNP)を最大化しようとする目標は荒唐無稽の結果を生むものではないと考えられるのであって、むしろ結果の実現性をこそさぐるべきであると考えている。もちろん現実的には許されそうにもない条件や仮定と思われるものもあるが、予測推定の立場からは許されてもよいと考えるし、爾後に変更すれば足りると考えている。

2.2 シミュレーションの基本条件

将来の国民生活水準をどのように考えるかについて迷いはあったが、基本的には次のように考えることにした。すなわち経済的繁栄もよいが、この先あまりに短兵急な成長をはかる必要がないのではないかと、現在程度(1977~1979年頃)の欲求水準を最小限度として内作するとし、足りないところは輸入に頼ればどうだろうか。物量の生産増強だけでは社会の理想像が必ずしも実現するとは限らない。生産余力はむしろ発展途上国の開発に向けるとよい。国土の環境容量にも配慮を払うべきだと。といって石油の入手見通しが暗くなり、エネルギー節約が現下の急務だと騒いだときのように、民生用エネルギーの消費を贅沢視するなどはもつてのほかであると思った。角をためて牛を殺さぬようエネルギーの有効利用をこそ考えるべきである。

以上のことを念頭に置きながら、国民の衣食住についての生産では、衣、食のほうは現在程度の消費水準でよい、すなわち、これは下限値としよう。特に食では日本の国土のことを考えれば、いたずらに内作に期待をかけることはコスト高(補助金なども考えて)になるばかりであり、また価格競争に打ち勝てる見通しが困難なので、国内産出を現在値程度に限定する。住のほうはそのような制限を設けない。しかし地域開発その他多量の物資運搬をとともなう建設事業には、ある程度の飽和感もみられるようだし、国土の環境容量を思って運輸活動面でそれらの内需 PCE (Private Consumption Expenditure) は現状程度にとどめてよいと考えてある。

2.3 シミュレーション I (1977年のデータ使用)

石油制約下でわが国の経済成長はどれくらいの余裕をもつのかを調べるのが主目的であった。この調べ当時では輸出入総額がバランスして差引きゼロとなることを条件にし、また原油輸入額を現状値(1977年値)に制限して最適化をはかった。また大胆な仮定として、特別な産業以外は輸出入とも国内生産額に比例すると考え、価格変化は当面

考えないことにした。また原油はすべて石油精製業へまわり、電力業での生焚きはないものとしてある。(このことはシミュレーションⅡでは改めてある)

結果の概要(詳細は[1])として;ケースⅠ(GNP値を1977年値に固定し雇用を最大化)では、雇用数がなお80万人(約1.5%)ばかり増加しうることになり、したがって1人当りGNP値は減るけれども、鉄道、化学など現在悩みを大きくもつ産業がそれぞれ国内産出190%、171.5%と増大、反対に、いま花形の製造業一般に生産額をかなりの程度(約20%)低減させたほうがよいということになる。ある特殊な場合としては考えられぬこともないが、現在の産業体制からみるといささか矛盾に満ちた結果となった。

ケースⅡ(雇用数は1977年値に固定、GNPを極大化)では、GNPがわずか5兆円(2.7%)増加、漁業、航空輸送はそれぞれ100%増産(ただしこれは与件として増産制限値一杯)となり、各種製造業ならびに商業(商業のほか、金融・保険、不動産などを含む)は数%から10%ほど増産、ただし化学は今度は約4.7%ばかり低下という結果になった。総じていえることは、原油の輸入制限下では各産業の投入条件を変更させないかぎりあまり画期的な結果が出てこない。現状ではむしろケースⅡの方向をたどっているのではないかと思われる。

次にGNP、雇用いずれも制限を設けず目的関数を最大化する場合としてケースⅢを行なった。結果はGNP50.2%上昇、雇用も47.5%増加、ただし一般に製造業は約15%くらい生産を縮小、商業活動を180%増加、などというとんでもない結果となった。これは経済のソフト化を示唆するものであろうが、その可能性は今のところほとんどないといわねばならぬであろう。ただ、将来動向としてこの方向しか考えられないのではないかと思われる。

想えば古来、産業に関する経験則にPettyの法

則というのがある、利潤率は商業>工業>農業の順になっているというのである。自由経済のもとではどうしてもこんなところに落ち着くものらしい。経済合理性を考え合わせると、このケースⅢは将来の産業動向としての1つの暗示を与えるものと考え、日本経済にはエネルギー制限下でも産業構造の変更によってなお成長余力が十分あると考えてよいのであろう。

2.4 シミュレーションⅡ[2](1979年のデータ使用)

これはホルムズ海峡封鎖の危機が叫ばれた折、原油がどのように国民生活に影響するのかを数量的に把握することを目標に行なった。基本条件はあまり変わらないが、計算続行中に輸出、輸入総額を等しくするという条件が、解の有無にきわめて大きく響くことを発見したのと、たまたま新しく利用しようとした1979年の産業連関表(延長表)は、この年度の貿易収支が赤字であることを示していたので、この貿易収支もいろいろ変更してみることを考えてみた。同時に前回のケースⅠ、Ⅱはやめて、もっぱらケースⅢにしぼりながら特に商業など不合理な活動にならないよう新しい制限を追加して、産業動向をさぐろうとしたものである。

周知のように石油価格高騰以来、日本の産業界でも石油燃料消費に重大関心を示し省エネの実をあげてきた。この結果1979年の産連表にもある程度の消費原単位の低減が現われている。この節減努力がなお進行中であることを承知のうえ、最新データとしてこの延長表を利用した。

貿易収支赤字の問題についても、これを続行してゆけば当然多額の債務国として将来苦しまねばならぬ危険があるわけだが、ただ産連表はフロー面だけをとりあげているものであって、より大きい経済の分析の側面のみを示すものであり、経済政策もしくは産業政策の樹立にさいし、ある情報を伝えるものにすぎないことを承知しておく必要がある。幸い日本は最近かなりの資本輸出に

成長したと聞くので、この研究でもっぱら貿易収支の赤字の場合をとりあげているのを矛盾とのみ考えないでほしいのである。

元来、日本は資源弱小国であり経済の基本条件において GNP の輸入弾性が正になるという特性をもつ国である。しかも常時貿易収支が黒字であっては国際的にも吊

し上げを喰うことに現在困却中の身である。バランスのとれた産業体質を考えることがもっかの緊急事のように思われる。その作戦を練るのに下記結果がなんらかの参考になれば幸甚である。

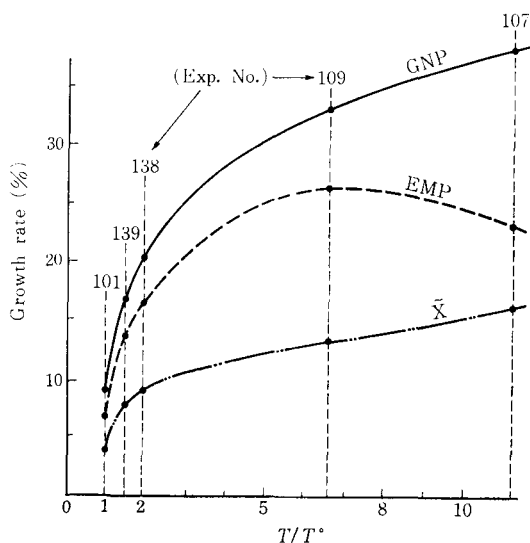
図1は1979年現在の産業運営を基本にして、もし前述のような最適化を行なった場合得られる結果を整理した図示の一部である。 \tilde{M} 、 \tilde{E} を輸入、輸出の総額として貿易収支 $T = \tilde{M} - \tilde{E}$ の1979年

表1 諸指標の成長率 (計算結果)

Exp. No	$\frac{\Delta T}{T^\circ}$	$\frac{\Delta \tilde{E}}{\tilde{E}^\circ}$	$\frac{\Delta \tilde{M}}{\tilde{M}^\circ}$	$\frac{\Delta(\tilde{E} + \tilde{M})}{(\tilde{E} + \tilde{M})^\circ}$	G°	$\frac{\Delta Em}{Em^\circ}$	$\frac{\Delta \tilde{X}}{X^\circ}$	$\frac{\Delta D}{D^\circ}$
101	0 (%)	-6.6	-6.1	-6.3	8.4	6.7	3.4	-1.40
142	+10	-6.9	-5.5	-6.2	12.2	9.9	+5.7	-0.39
140	25	-8.4	-5.6	-7.6	14.6	11.9	7.0	0
139	50	-11.6	-6.3	-8.8	16.6	13.7	7.7	0
138	100	-17.8	-7.8	-12.5	20.6	17.1	9.0	0
109	570	-31.6	+11.4	-9.2	33.5	26.1	13.5	0
107	1040	-30.4	+52.7	+13.0	38.5	23.0	16.3	0

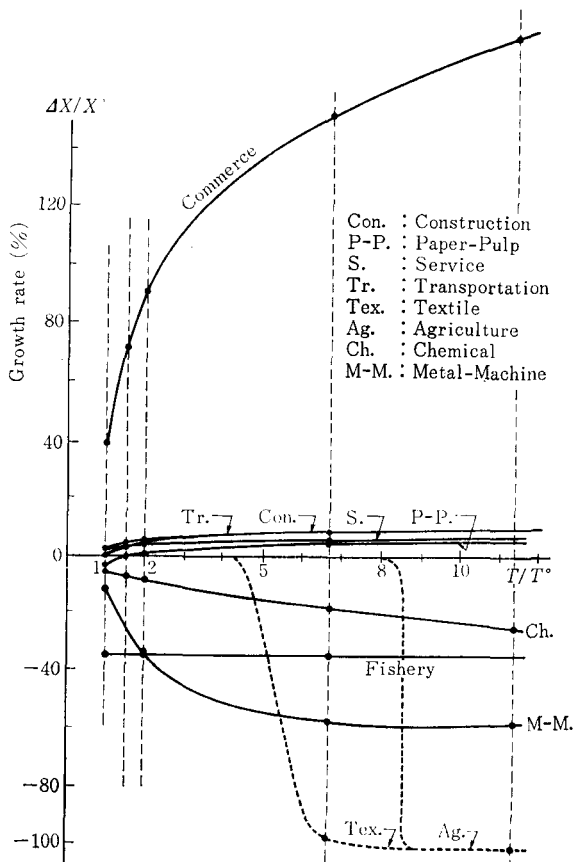
値 T° は約 2.5 兆円 (赤字 100 億ドル) である。したがって $T/T^\circ = 1$ での縦軸の値はそれぞれ最適化により期待される GNP, 雇用, 国内総生産額の増加率である。もちろん各種の与件を満たす LP 解であって、この他にも条件さえ変えれば別の解が得られることはもちろんである。

表1は図1の元になった計算値の表である。これらの示すとおり $T/T^\circ = 1$ からさらに赤字を若



▲ 図1 Effect of Trade Balance upon the GNP, Employment and total production.

Effect of Trade balance upon the domestic production levels 図2▶



干増やすと GNP、雇用その他の指標の最適値がかなり急峻に増加する。実験番号138までは輸入、輸出総額ともに減少し、後者のほうが減る割合が多い。(これらの場合には、したがって GNP の輸入弾性は負となる、むしろ貿易収支赤字にたいする GNP の弾性値が正となるといえる)

図2にはこれらの場合にたいする代表的産業の盛衰予想を成長率(1979年基準)で示した。商業部門が圧倒的な成長をとげることにならないと与件のもとでの最適化が成立しないことを示唆している。ちなみに1979年に限らず商業部門の輸出係数は輸入係数を上まわっているので出超部門である。輸出入総額が全体として減少するなかでこの部門だけは双方ともに増加するわけだが、商業活動における輸入品の内容は農産品、中間需要としての素材や製品が主であろう。ここで農産品の輸入を現状維持もしくは減少し、代わりに中間需要としての素材や製品の輸入を増加させることは可能であろう。後述のブーメラン効果にたいする1つの参考事項になるように思われる。

また他の分野をみると、漁業および化学、金属・機械など製造業一般に規模縮小が方向づけられている。現在の産業体制ではとても考えられそうもない方向のようである。しかし、もともとエネルギー多消費型からの脱皮を想えば、以上のことは必ずしも先端産業といわれる面を規制しているわけでもないし、特に経済摩擦問題などを考慮すればきわめて合理的な示唆とも受けとられうる。日本をめぐる諸情勢をみると、好むと好まざるとにかかわらず早晚新しいバランスのとれた産業体系を考えねばならないようだし、わけても発展途上国がどんどん工業化し世界各国が自由貿易を所望するにおよんでは、現在のわが国の内作を中心にした経済だけでは、そのようなバランスはとても考えられないように思われる。

参考のために最適化スキーム(scheme)として現在最も考えられやすい場合(実験番号101)についての産業別計算結果を表2にかかげてみよう。

表2 産業別成長率

(実験番号) (項目)	1 0 1		(産業 分類)
	$\Delta X/X^0$ (%)	$\Delta Y/Y^0$ (%)	
1 電 力	-1.2	φ	Ⅲ
2 ガ ス・水 道	0.3	○	Ⅲ
3 道 路	0.3	φ	Ⅲ
4 鉄 道	3.2	-1.7	Ⅲ
5 航 空	1.6	φ	Ⅲ
6 船 舶	×	18.1	Ⅲ
7 そ の 他 運 輸	×	-2.0	Ⅲ
8 農 林	①	φ	I
9 水 産	-35.4	●	I
10 鉱 業	×	●	II
11 建 設	2.3	φ	II
12 食 料 品	×	0.1	II
13 織 維	①	φ	II
14 紙 ・ パ ル プ	-4.7	φ	II
15 化 学	-5.7	φ	II
16 石 油	-1.4	φ	II
17 石 炭	×	φ	II
18 窯 業・土 石	0.2	φ	II
19 鉄 鋼	-7.4	●	II
20 非 鉄	-8.6	●	II
21 金 属・機 械	-12.3	-21.2	II
22 そ の 他 製 造	-26.3	●	II
23 商 業・金融等	39.4	70.9	Ⅲ
24 サ ー ビ ス	1.4	φ	Ⅲ
25 そ の 他 分 類 不 明	-4.7	●	—

【記号】×：生産額を1979年実績値に指定したための0%
 ①：生産額が1979年実績値に到達したための0%
 φ：1979年実績値を下限值とする条件付の時の0%
 ○：下限値の条件のない時の0%
 ●：-100%の印

Xは国内産出高、Yは国内需要高を示し、数値はすべて1979年実績値にたいする成長率(%)を示している。ここに現われている最も顕著な情報は、現在の価格体制下での産業運営では、やはり経済

表 3 産業分類別構成比

(産業分類)	I	II	III
GNP	3.6(3.9)	32.4(34.6)	63.6(53.4)
Empl.	9.9(10.9)	29.2(33.4)	60.6(55.5)

(注) カッコ内数値は1979年値

のサービス化が必要であり、エネルギー多消費型産業からの脱皮とともに高付加価値産業の開発が望まれるというきわめて言い古された情報でしかないであろう。ただこの研究はまがりなりにも数量的把握のもとに、その可能性を吟味できるところに意味があると思っている。たとえば商業の産出高40%増、従属的に内需を71%ほど高めねばならぬなど、まずこれなら可能性があると判断するがゆえの最適スキームというわけである。なお表3は実験番号101の場合の第1次、第2次、第3次産業の構成比を計算したものである。

かくてこの結果を要約すれば：わが国の産業構

造には、現状程度の物的生活水準を維持しながらまだ経済成長を促進するだけの改変の余裕があり、生産構造ならびに最終需要構造に若干の変更自由性があるとすれば、最適化をはかることによって、生産効率性は現状のままでも、GNP 8.4%増、雇用6.7%増、しかも原油供給は1.4%程度削減する見通しが立てられる(実験番号101)。その方向は経済のソフト化という方向であろう。ただし貿易収支は100億ドルくらいの赤字となる。

2.5 原油削減の影響推定

シミュレーションIIではその目的たる石油削減の影響も調べたので、その結果をついでながら紹介する(図3)。結果を簡条書きすると、

(1) 最適産業構造に沿ったとしても原油削減が現状の4%減になれば、与件のもとでは経済の成長率は0となり、エネルギーの変換はさらに積極化しなければならないであろう。またもし10削減ともなり代替エネルギーの補給もままならぬ場合には、成長率が20%ほども低減し生活水準や

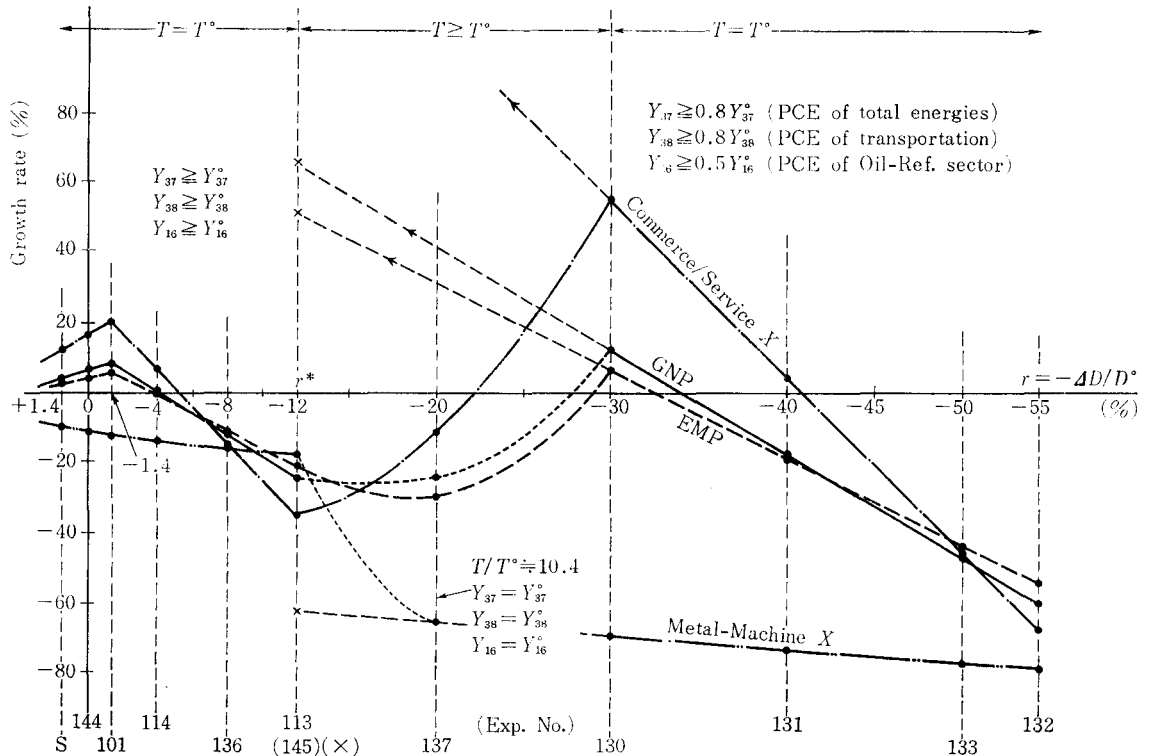


図 3 Effect of Petroleum reduction upon the GNP, Employment and some production levels

雇用はいずれも維持できないことになる。

(2) 図3で $r^* = -0.12$ のところ、1979年現在の生活水準や貿易収支の赤字額を維持しながら、LP解の求まる限界に立ちいった。すなわち12%以上原油が削減されると生活水準や貿易収支を変更しないかぎり解も求まらなくなる。(実験番号137は T を変えた場合の解であり、きわめて大きく輸入に頼ってやっと現状程度の物的消費が許されることを示す。また番号145の(X)印の解は $r^* = -0.12$ での生活水準を変更したときの解である)

(3) 大きく生活水準を低下させれば、原油削減度合いが30%以上になっても、なお生きてゆけるかもしれないが、なにか敗戦後の泥沼生活を想わせられる。

3. 技術移転の問題

発展途上国開発協力援助問題もうかなり長い歴史をもつことになった。第二次大戦後の世界的疲弊を何とかすべく発案されたIMF、世銀設立のブレトンウッズ体制、国連組織が発足したのが昭和20年頃であって、特にマーシャル・プランによりヨーロッパ各国をはじめ日本、西独という敗戦国までが蘇生することになったわけだが、このIMF、GATT体制といわれる(旧)国際経済秩序がそのまま、当時続々新興した独立国家にも適用されようとしたが、わずかの例外を除き一般的にはどうにも適用性がなかったようである。その原因はいろいろ考えられるが、技術力の欠如も根本的なものといわざるをえない。特に発展途上国開発に、昭和36年頃からの10年間は輸入代替型工業化戦略、昭和45年頃からの10年間には輸出代替型工業化戦略(つまり、できた製品を輸出して外貨を獲得する)で、という大きな戦略構想が樹てられてきたが、2、3の例外はあるにしてもあまり成功につながらなかったと言わざるをえない。いたずらに現在の累積債務問題をみる結果となっている。

この間、途上国のあいだでも UNCTAD (UN

Conference for Trade and Development) など結成し(その経費の60%は先進国側の負担とか) それを通して種々の要求も出されたりして、最近では海外援助理念に種々の混迷をもたらされるまでになった。

たとえば新国際経済秩序(NIEO-New International Economic Order)の提唱などは、先進国側ではにわかにも同調する気運には立ちいたらず賛否両論が渦をまいていて、今まで主役を演じてきたアメリカが主役を下りるとさえいっているようである。

実際、戦後の40年間アメリカはきわめて大きな金額と努力をはらってきた。それにもかかわらず結果が最近の悲哀に終わっているほど、この問題は底が深く困難なのであろう。アメリカの挫折感の最も中心的な原因は、被援助国の民族的感性や悟性についての十分な把握に成功しなかったことにあると思われる。

日本は幸い旧国際経済秩序といわれるIMF、GATT体制に支えられて復興に成功し、現在では資本輸出国にまで成長したのである。そしてその成長過程ですぐれて大きな技術移転を受けてきたことを認めねばならない。資金援助のほか技術移転という協力を受けられなかったら、おそらくこのように早く現状には立ちいたれなかったろう。もちろん技術移転にはそれにふさわしい基本条件が必要であろう。

すなわち、移転された技術を理解し応用し、さらに開発向上する関連知識をそなえる環境であり素地である。この結果においては、現在問題になっているブーメラン効果という現象が発生するのは、また至極当然ともいえるべく、その点が協力という語に内蔵されている相互性を示唆するものであろう。

日本は現在このブーメラン効果に被害者として身がまえようとしている。しかし過去の歴史をふりかえると、これは必ずしも賢明な考え方ではなさそうである。技術はどこからか、またいつか他

領域へ浸透する性質のものであるから、技術移転というだけでその効果の数量的把握もなしに、ただいたずらにイメージにおそれることはむしろ時代的錯誤といわねばなるまい。かといって、なにも先端技術分野までをなんの代償もなしにゆずることはないはずである。

この特集号でも記載の森口教授の論文の主旨にもみるように、社会発展の歴史ののって自他共栄の道を歩くことこそ日本民族の悲願とみてよいのではないだろうか。ちょうど日本産業を皮相的にみてその動向に目をつけてみた筆者のシミュレーションでも、いまがまさに海外技術協力を本格化するのに絶好によい時期に立ちいたっていることが示されたように思われる。すなわち製造業一般の国内生産活動は現在ややオーバーとも思えるので、その余裕を海外発展途上国の開発に仕向け、先端技術といわれる分野を基礎的にも応用的にも強化推進し、エネルギー多消費型産業体制からの脱皮と高付加価値化をはかるとともに経済のソフト化を進める。現在過度の黒字で困却している貿易収支を活用して直接投資や資本輸出を進めて、できるだけ開発途上国の製品を輸入するような貿易収支赤字状態の経済運営の可能性を総合収支の立場から検討することである。

5. おわりに

きわめて拙いシナリオであることを覚悟のうえ

でやや勝手なことをのべさせてもらったが、最後に筆者の願っている技術移転総合センターなるものの出現をわが国に懇願したい。そこでは、

(1) 第三世界の特定国の特性に関する調査研究；特にカントリー・リスクに着目

(2) 最適プロジェクトの選択；いかなる経過の推移が期待されるかのOR的研究のもとに国ぐに適切な産業の育成手段、雇用機会の増強を探索

(3) 効果の測定を国際比較；技術習熟程度により協力から交流に切り替えるもよい

(4) その他の技術移転政策に関する private sector の検討

(5) 移転技術研修生の教育

(6) その他人的交流にかんして重要と思われること

などの項目が扱われ、内容の関係上、三官七民的な組織制度がよいのではなかろうかと考えている。日本も最近ではかなりの援助を実施しているのであるが、もう1つ効果を盛りあげるためにも民族的覚醒のもとに、こんな総合センターができればと強く望みたいものである。

(注) [1] “産業動向シミュレーションⅠ”，早大システム研紀要 No.12, 1981/3

[2] “産業動向シミュレーションⅡ”，日本OR学会 '84年度春季アブストラクト集 1-B-3, 61 頁

各国OR学会住所 (その8)

29. SPAIN :

Spanish O.R., Statistical and Informatic Society (SORSIS).

PRESIDENT: Sixto RIOS GARCIA, Serrano 123, Madrid 6

REPRESENTATIVE: The Same as President.

SECRETARY: Juan Bejar Alamo, Serrano 123, Madrid 6

30. SWEDEN :

Swedish Operations Research Association (SORA).

PRESIDENT: Tomas SVANFELDT, SP

Exploration AB, Linnégatan 5, 114 47 Stockholm

REPRESENTATIVE: Birger RAPP,

Docentbacken 15, 104 05 Stockholm

SECRETARY: Anders SODERHOLM,

Fafnervägen 54, 182 65 Djursholm