

アジア・太平洋産業連関構造の頑健性*

A Hierarchical Production Structure of the Asian-Pacific Countries

福井 幸男¹⁾

Yukio Fukui

1. はじめに

すでに、筆者（1989）は、1975年アジア国際産業連関表の投入係数表の三角化にかんする実証分析をおこない、「日本とアメリカが、東南アジアの生産技術構造を支えている」ことと、「シンガポールが先進2ヵ国とインドネシア・マレーシアを連結する」ことを指摘した。

つづいて、福井（1990）は、アジア国際産業連関表の取引額表の三角化にかんする実証分析をおこない、ハイアラーキ構造の中枢部にある「日米の製造業が、東南アジアの産業連関構造を支える背骨の役割を果たしている」こと、とくに、「日本の製造業は東南アジア各国およびアメリカから粗原材料を投入し、国内でこれを加工して、部品・付属品等の中間財として各国に産出している」こと、「アメリカの製造業の役割は日本製造業の約1/3のウェイトである」ことを指摘した。結論として「日本製造業は東南アジア経済の生産構造を貫徹して流れる一大長河である。怒濤のごとく、あらゆるものをのみこみ、はきだしている」と結論を下した。

そこで用いられた三角化の方法は、たしかにシステマティックなアプローチではあるが、三角化された産業連関表におけるキー・セクターの解釈は、この表の視察にもとづいた、直観的な考察であった。とくに、上に述べたセクターは、主要な係数値や取引額の流れを中心に解釈したものである。

本稿では、部門の序列順位の頑健度という新しい指標を用いて、前述のキー・セクターの正当性を主張する。この指標は、産業連関表の三角化の産業に基礎をおくもので、従来とは全く異なったタイプの指標である。計算結果は、従来の結論を補強するものであった。

本稿は、平成3年度大阪産業大学学術研究助成金による。従来の筆者の一連の研究をあらためて整理したものである。

* 平成4年5月 原稿受理

1) 関西学院大学 商学部（平成4年4月まで大阪産業大学経済学部）

表1 1975年アジア国際産業連関表7部門統合表のひな型*

	I 国 1, ..., 7	M 国 8, ..., 14	P 国 15, ..., 21	...	A 国 50, ..., 56	最終需要	総産出
I 国 1, ..., 7	X^{II}	X^{IM}	X^{IP} . . .		X^{IA}	F^I	X^I
M 国 8, ..., 14	X^{MI}	X^{MM}	X^{MP} . . .		X^{MA}	F^M	X^M
P 国 15, ..., 21	X^{PI}	X^{PM}	X^{PP} . . .		X^{PA}	F^P	X^P
⋮							
A 国 50, ..., 56	X^{AI}	X^{AM}	X^{AP} . . .		X^{AA}	F^A	X^A
その他から の輸入	M^{WI}	M^{WM}	M^{WP} . . .		M^{WA}		
粗付加価値	V^I	V^M	V^P . . .		V^A		
価値総投入	X^I	X^M	X^P . . .		X^A		

* 国別の表章形式は、インドネシア(I)、マレーシア(M)、フィリピン(P)、シンガポール(S)、タイ(T)、日本(J)、韓国(K)、米国(A)の順で入っている。8カ国からの投入に加えて、運賃・保険料が別建てで入る。粗付加価値は、その他からの輸入、輸入税・関税、付加価値からなる。最終需要は、8カ国に細分化され、他にその他への輸出、海上在庫が入る。

2 モデル

2-1 データ

アジア経済研究所が作成した「1975年アジア国際産業連関表7部門要約表」を使用する。対象国はインドネシア(略称、I)、マレーシア(M)、フィリピン(P)、シンガポール(S)、タイ(T)、日本(J)、韓国(K)、アメリカ(A)の計8カ国、産業分類は、農林水畜産業、鉱業、製造業、電気・ガス・水道業、建設業、商業・運輸業、サービス業・その他の計7部門であり、部門総計数 $n = 8 \times 7 = 56$ となる。

2-2 モデル

本モデルは非競争輸入型の産業連関モデルである。国別の産業間中間取引をあらわす正方形行列 X 、産業別産出額ベクトル q 、投入係数 a_{ij} はつぎのように定義される。

$$X = \begin{pmatrix} X^{II}, \dots, X^{IA} \\ X^{AI}, \dots, X^{AA} \end{pmatrix} = (x_{ij}) \quad \text{for } i, j = 1, \dots, 56,$$

$$q = (X^I, \dots, X^A) = (x_1, \dots, x_{56}), \quad a_{ij} = x_{ij} / x_j$$

3. 研究の方法

3-1 産業連関表の三角化問題の定式化

部門 1 から n までの番号を昇順に並べた順列を N とする。すなわち、 $N = (1, 2, \dots, n)$ 。そして、これらの番号にかんする n 次の順列の集合を ZN とする。配列順序の選び方は、 $n!$ 個ある。任意の順列 $\pi = (\pi(1), \pi(2), \dots, \pi(n)) \in ZN$ に関して、 $x(\pi)$ を π にしたがって並べた産業連関表とする。関数 $R(X(\pi))$ を $R(X(\pi)) = \max_{i>j} \sum_{\pi(i)} x_{\pi(i)}$ で定義する。ある X にたいして、

$$(1) \quad R(X(\pi^*)) = \max_{\pi \in ZN} R(X(\pi))$$

なる順列 π^* を求めることが厳密に可能ならば、産業連関表の三角化問題は完全に解決される。

ある序列 π での三角化の程度を測る指標として、線形度 $\lambda(\pi)$ をつぎのように定義する。ただし、総和 (Σ) の範囲は、 n までとする。簡便化のため、 $\pi = N$ とする。

$$(2) \quad \lambda(\pi) = \Sigma_{i>j} x_{ij} / \Sigma_{i \neq j} x_{ij}$$

また、線形度 $\lambda(\pi)$ の極限值を測る指標として、 $\lambda^a(\pi)$ をつぎのように定義する。

$$(3) \quad \lambda^a(\pi) = \Sigma_{i>j} \max(x_{ij}, x_{ji}) / \Sigma_{i \neq j} x_{ij}$$

3-2 コンピュータ・アルゴリズム TRI の要点

π^* を見つけることは難しい。最悪の場合、 $n!$ 個の組合せをすべて生成することを覚悟しなければならない。そこで、 π^* の近似解を求めるアルゴリズムが登場する。コンピュータ・アルゴリズム TRI はその一つである。

説明の簡略化のために、 $\pi = N$ とする。いま、 $1 \leq i < j \leq k \leq l \leq n$ になる i, j にかんして、 i から $j-1$ までの番号を昇順に並べた順列を $I = (i, \dots, j-1)$ とする。 $J = (j, \dots, k)$ 、 $N_2 = (I, J)$ 、 $N_1 = (1, \dots, i-1, k+1, \dots, n)$ についても同様である。

いま、順列 N の I と J を互換して得られた新しい順列 N' は、 $N' = \Gamma_{IJ}(N) = (1, \dots, J, I, \dots, n)$ となる。このとき、 λ_{IJ} を

$$\lambda_{IJ} = \sum_{i \in I, j \in J} (x_{ij} - x_{ji})$$

で定義する。このとき、 I と J を互換すれば、産業連関表の主対角線左下の要素の総和の変化は λ_{IJ} である (Korte, B & W. Oberhofer (1970))。

つぎに、隣合わない 2 つのグループを互換する場合を述べる。 $K = (k+1, \dots, l)$ とする。順列 N の I と K を互換して得られた新しい順列 N'' は、 $N'' = \Gamma_{IK}(N) = (1, \dots, K, J, I, \dots, n)$ となる。このとき、 λ_{IK} を

$$\lambda_{IK} = \lambda_{IJ} + \lambda_{IK} + \lambda_{JK}$$

で定義する。ただし、 λ_{IK} 、 λ_{JK} については λ_{IJ} と同様に定義する。かくして、

$$(4) \quad \lambda_{IJK} = IJ + IK + JK - (JI + KI + KJ)$$

となる。ただし、 $IJ = \sum_{i \in I, j \in J} x_{ij}$ とし、IK 等についても同様である。

このとき、I と K を互換すれば、産業連関表の主対角線左下の要素の総和の変化は λ_{IJK} である (Fukui(1986))。なお、J が空集合の場合には、I と K は隣合わせのグループとなる。

三角化問題の近似解法としてのコンピュータ・アルゴリズム TRI は、 λ_{IJK} の非負の最大値をみつけ、この I と K を互換する手順を繰り返す方法である。いま、 λ_{IJK} の非負の最大値がゼロとなるときの序列 π を第二種の相対的最適序列 (relatively optimal ordering of the second type) という (福井(1987, p.116))。 π_2 を検出するアルゴリズムは、数え上げの方法を逐次的に適用する。まず、 $\pi = \pi^{(1)}$ とする。ただし、 $\pi^{(1)}$ は初期値である。k+1 回目の初期値 $\pi^{(k+1)}$ は、 $\pi^{(k)}$ よりつぎのようにして求める。

(1) すべての I、J、K にかんして

$$\lambda_{IJK}^{(k+1)} = R(X(\Gamma_{IJK}(\pi^{(k)}))) - R(X(\pi^{(k)}))$$

なる最大の $\lambda_{IJK}^{(k+1)}$ を求める。

(2) (1)を満たす最大の I と K を互換する。

(3) かくして、 $\pi^{(k+1)}$ を

$$\pi^{(k+1)} = \Gamma_{IJK}(\pi^{(k)})$$

として得る。

$\lambda_{IJK}^{(k+1)}$ がゼロまたは負になるまで、このアルゴリズムを繰り返す。

3-3 修正 TRI の要点

第1ステップにおいて、重石として、パラメータ $L(1) (> 0)$ を導入して、

$$(JI + KI + KJ) + L(1) < (IJ + IK + JK)$$

の場合のみ、I と K を互換する。すなわち、 λ'_{IJK} を

$$(5) \quad \lambda'_{IJK} = \lambda_{IJK} - L(1)$$

で定義して、 $\lambda'_{IJK} > 0$ の場合のみ、I と K を互換する。いきなり、TRI を適用すると、 $\lambda_{IJK} > 0$ なる (I, J, K) の組が膨大な数になり、コンピュータの記憶容量が不足する。何回かのイタレーションを繰り返して、 $\lambda'_{IJK} > 0$ となる (I, J, K) の組がなくなれば、 $L(2) < L(1)$ なる $L(2)$ を選択して、第1ステップと同様のステップを繰り返す。順次このステップをくりかえして、 $\alpha = 0.0001$ にたいして、 $L(n) = \alpha$ の場合の収束値を最適解とする。

3-4 TRI の探索範囲について

TRI は直面する探索範囲をすべて探索するのではなく、その一部を探索する (詳しくは、福井 (1991) を参照されたい)。そこで数学的に証明された結論は、つぎのとおり。「TRI が探索する順列は、初期値として採用した序列のある部分を互換したものであることはまちが

いないが、その大多数は初期値の最初の部分と最後の部分よりもむしろ中央部分を頻繁に互換した順列である」。

簡便化のために、初期値を $N = (01, 02, \dots, 56)$ とする。互換の結果、序列順位 i に部門 j がくる、すなわち、 $j = \alpha(i)$ となる順列の総数を $s(i, j)$ と書き、確率 $p(i, j)$ を

$$p(i, j) = s(i, j) / T$$

で定義する。ただし、 $T = {}_{n+2}C_4$ は TRI の生成する順列の総数 (Fukui, 1986, p. 1429)。 $n = 56$ のとき、 $p(i, i)$ を書くと図 1 となる (福井(1991))。これは、TRI で生成される順列のうちで、各部門の順位が初期値の順列と変わらない、すなわち、 $i = \alpha(i)$ となる割合を示している。

順位 1 位の部門は $p(1, 1) = 0.931$ である。56位の部門についても $p(56, 56) = 0.931$ である。

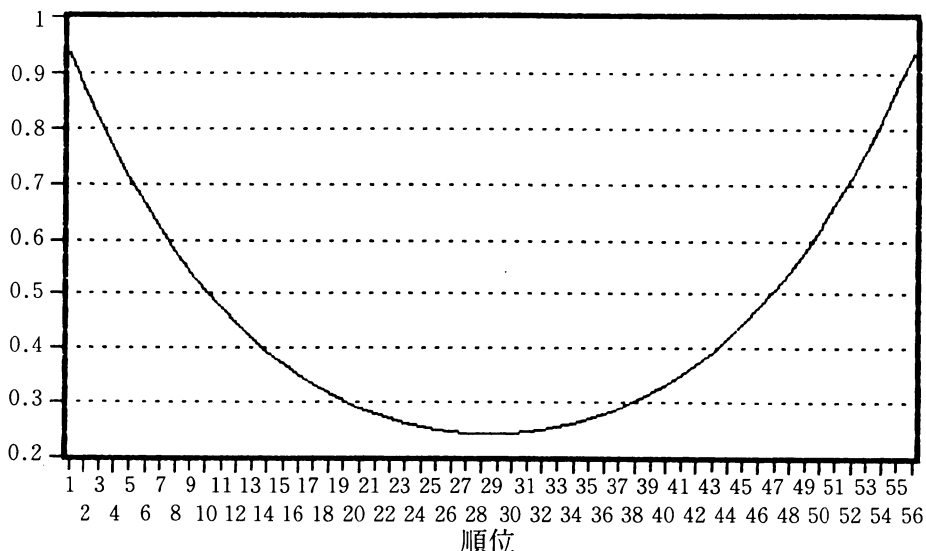
4. 頑健性の指標

第 2 種の相対的最適序列 π_2 では、 λ_{ijk} の非負の最大値がゼロとなっている。このとき、 $\pi = \pi_2$ で、 $\lambda(\pi)$ は最大となる。しかし、一般に、最大の $\lambda(\pi)$ をもたす序列は π_2 の 1 種類に限らない。要素がぎっしりと詰まった行列では、 π_2 は 1 種に確定するだろうが、スパースな行列では複数の最適序列が存在する可能性が非常に強いからである。これらの序列の総計を q とする。簡単化のために、 $\pi_2 = \pi_{(1)}$ とすると、

$$\begin{aligned} \pi_{(1)} &= (\pi_{(1)}(1), \dots, \pi_{(1)}(n)) \\ \pi_{(2)} &= (\pi_{(2)}(1), \dots, \pi_{(2)}(n)) \\ &\dots\dots\dots \\ \pi_{(q)} &= (\pi_{(q)}(1), \dots, \pi_{(q)}(n)) \end{aligned}$$

なる q 個の最適解が存在する。

図 1 $p(i, i)$ の計数值



これら q 個の最適序列の部門順位は全く多様なのであろうか。いくつかの特定部門の序列順位が安定しているかどうかはハイアラーキ構造の実証分析の際にきわめて重要な課題である。序列順位 i に入る部門の頑健性を測る指標を新しく定義する。頑健性とは、 q 個の最適序列を通じて、ある部門の序列順位が固定的である状態をさす。

行列 $M^{(k)} = (m^{(k)}_{ij})$ (for $k=1, \dots, q$)、序列順位行列 $M = (m_{ij})$ 、頑健度 $\rho(i)$ および総合頑健度 $\rho^*(i)$ を以下のように定義する。

$$(6) \quad \begin{aligned} m^{(k)}_{ij} &= 1 && \text{if } \pi^{(k)}(i) = \pi^{(1)}(j), \text{ for } j = 1, \dots, n \\ m^{(k)}_{ij} &= 0 && \text{otherwise} \end{aligned}$$

$$(7) \quad m_{ij} = \sum_{k=1}^q m^{(k)}_{ij}$$

$$(8) \quad \rho(i) = m_{ii} / q$$

$$(9) \quad \rho^*(i) = [m_{ii} + \sum_{k=1}^{q(i)} (1/(k+1)) (m_{i-k,i} + m_{i+k,i})] / q$$

ただし、 $q(i) = \max[q-i, i-1]$ 、 $i-k > 0$ 、 $i+k \leq q$ である。

定義より、行列 $M^{(1)} = 1$ となる。さらに、 $q=1$ のとき、すなわち、最適解が単根であれば、すべての i について、 $m_{ii} = m^{(1)}_{ii} = 1$ となって、 $M^{(1)} = M$ となり、 $\rho(i) = \rho^*(i) = 1$ となる。すべての部門の序列順位は確定しており、ハイアラーキ構造は頑健である。

5. 計測結果 (投入係数表)

本研究では、投入係数表の三角化の計測作業を実施した。 $a_{ij} \geq 0.0001$ なる投入係数888個を作業の対象とした。このレベル以下の数値はすべてゼロとした。

5-1 計測作業

TRI 適用に際しての産業番号の序列として、次の5種類の序列を初期値とした。カッコ内の数字は部門番号を示す。

- (1)公表産業連関表の序列、すなわち (01,02, ..., 56)
- (2)日本農林水畜産業(36)を先頭にした序列 (36,37, ..., 56,01, ..., 35)
- (3)アメリカ農林水畜産業(50)を先頭にした序列 (50,51, ..., 56,01, ..., 49)
- (4)影響力係数の大きい部門から並べた序列
- (5)シンガポール農林水畜産業(22)を先頭にした序列 (22,23, ..., 56,01, ..., 21)

序列(1)について、計測作業の概略を説明する。TRI を逐次的に適用して、配列順序に変更を加えた。

表2に示すように最初のバランス・ウェイトとして、 $L(1) = 1.0$ をとり、ステップ1のイタレーション1を実施した。初期値9.5393を持つ序列にたいして、 $\lambda_{ijk} \geq 0$ をみたます(I,J,K)の組が2608個(NUM1の欄)検出された。このうち、最大値 λ'_{max} は単根(NUM2の欄)で1.7029である。 λ'_{max} をもつ(I,J,K)の組を入れ替える。イタレーション2の初期値は、 $9.5393 + 1.7029 = 11.2422$ である。イタレーション4の序列(初期値13.9993)では $\lambda_{ijk} \geq 0$ をみたます(I,J,K)の組が皆無となったので、ステップ1を終了し、 $L(2) = 0.2$ としてステッ

表2 TRIによる逐次計算（投入係数表）

(1)ステップ1の初期値として、産業番号の若い順に産業番号をならべる

ステップ	イタレーション	L(i)	$\sum_{i>j} a_{ij}$	λ_{max}	NUM1	NUM2
1	1	1.0	9.5393	1.7029	2608	1
	2	1.0	11.2422	1.5450	414	1
	3	1.0	12.7872	1.1064	5	1
	4	1.0	13.9993	-	0	
2	1	0.2	13.9993	0.9614	5372	1
	2	0.2	14.9607	0.5077	1527	1
	3	0.2	15.4684	0.2446	14	1
	4	0.2	15.7130	-	0	
3	1	0.05	15.7130	0.1181	122	1
	2	0.05	15.8311	0.0629	21	2
	3	0.05	15.8940	-	0	
4	1	0.01	15.8940	0.0472	621	
	2	0.01	15.9412	0.0430	221	1
	3	0.01	15.9842	0.0219	68	1
	4	0.01	16.0061	0.0180	33	2
	5	0.01	16.0241	0.0137	25	1
	6	0.01	16.0408	0.0123	22	6
	7	0.01	16.0531	0.0112	8	2
	8	0.01	16.0643	-	0	
5	1	0.002	16.0643	0.0106	121	1
	2	0.002	16.0749	0.0080	61	1
	3	0.002	16.0829	0.0086	32	1
	4	0.002	16.0915	0.0078	32	2
	5	0.002	16.0993	0.0048	12	2
	6	0.002	16.1041	0.0029	12	1
	7	0.002	16.1070	0.0075	6	1
	8	0.002	16.1145	0.0021	4	4
	9	0.002	16.1166	-	0	
6	1	0.0005	16.1166	0.0008	26	16
	2	0.0005	16.1174	0.0012	58	11
	3	0.0005	16.1186	0.0008	23	15
	4	0.0005	16.1194	0.0006	1	1
	5	0.0005	16.1200	0.0006	5	5
	6	0.0005	16.1206	-	0	
7	1	0.0001	16.1206	0.0003	148	44
	2	0.0001	16.1209	0.0002	36	2
	3	0.0001	16.1211	0.0001	34	34
	4	0.0001	16.1212	0.0001	13	13
	5	0.0001	16.1213	-	0	
8	1	0.0	16.1213	0	459	

* 投入係数の総和は、18.8535である。NUM1は、 λ_{ijk} をみたく(I,J,K)の個数。NUM2は、NUM1の最大値の個数。 a_{ij} (<0.0001)は、ゼロとし切り捨てた。 a_{ij} (=0.0001)は、10000倍して、小数点以下を切り捨てて整数化して計算した。作表にあたっては、1/10000倍して元にもどした。

プ2をスタートする。順次L(i)の値を下げていき、ステップ7のL(7)=0.0001のイタレーション5において、 $\lambda_{ijk} \geq 0$ をみたす(I,J,K)の組が皆無となった。本稿では0.0001以下の投入係数は切り捨てたので、0.0001は投入係数の下限であり、イタレーションをここで打ち切る。

5種類の初期値にもとづく計測結果は、表3に示される。序列(1')、(2')、(3')の3種類が線形度が最大であった。記号ダッシュ'は、収束解を意味する。たとえば、(1')は(1)を初期値とする収束解である。

(1')の線形度は $\lambda = 16.1213 / 18.8535 = 0.8551$ である。(2')および(3')の $\lambda(\pi)$ も同じ値をもつ。(4')および(5')の $\lambda(\pi)$ はこれより小さかった。 $\lambda(\pi)$ の極限值と考えられる $\lambda^a(\pi)$ は0.8677であるので、三角化の計測は成功しているといえる。ちなみに、わが国の1975年産業連関表にもとづく三角化の計測結果は、 $\lambda(\pi) = 0.913$ 、 $\lambda^a(\pi) = 0.917$ である(福井(1987), p.134)。国際産業連関表の特性を考えると、三角化の計測は予想以上にうまくいったとみてよい。

これら5種類の最適序列は初期値を異にするが、部門の序列順序は類似している。とくに、①順位52位から56位までの5部門は同一である、②順位28位から33位までの6部門は(5')を除いて同じである。

5-2 複数の第2種の相対的最適序列の存在

表3に示した(1')、(2')、(3')の3種類の第二種の相対的最適序列は同じ $\lambda(\pi)$ をもちながら、その序列順序は異なっている。そこで、本節では、この他に最適序列は存在しないかどうかをシステムティックに検討する。三角化された投入係数表の視察からこの作業は部分的にはある程度可能ではあるが、全体的なチェックはほとんど不可能である。

そこで、まず、(1')の π_2 にかんして、新たに表2のステップ7に続いて、ステップ8として、L(8)=0.0としてTRIを実施した。すなわち、 $\lambda_{ijk} = 0$ なる第2種の相対的最適序列 π_2 が他に存在するかどうかをチェックするために行った。表2の収束解(1')以外に459個検出された。q=460となる。 $\lambda(\pi) = 0.8551$ を持つ序列は唯一あるのではなく、少なくとも460個存在する。主対角線をはさんで要素の総計が等しい(I,J,K)の組が460個検出されたことになる。これらを入れ換えても三角化の程度は改良されない。これらの460個の $\pi_{(k)}$ ($k = 1, \dots, 460$)を書き出すことはスペースの関係で省略する。

注意すべき点はつぎの3点である。ここで検出されたの460個の(I,J,K)の組を個別にチェックすると、要素がすべてゼロである(I,J,K)の組であることが明らかとなる。すでに述べたように、国際産業連関表の要素が全部詰まっていれば、このような事態は起きないであろうが、28% (=888/56²)の要素しか詰まっていないスパースな行列を対象にしているので、これは避けえない。第二に、国際産業連関表では、いくつかの首座小行列が対角行列を形成している事情がある。これらの部門間の序列は無差別となる。たとえば、産業連関表の連続する4部門で形成する部分行列が対角行列であれば、4! (=24)個の第二種の相対的最適序列が存在することになる。第三に、コンピュータ・アルゴリズムTRIで検出できた第二種の相対的最適序列は460個を数えるが、実際にはこれ以上存在する。TRIの探索範囲はすべての組合せに及ばず、そのごく一部にすぎないからである。

表3 アジア産業連関表の三角化の計測作業（投入係数表）

部門番号	部門名	順位	(1')	(2')	(3')	(4')	(5')
01	農林水畜産業(1)	[1]	47	32	47	23	47
02	鉱業(1)	[2]	44	33	44	04	44
03	製造業(1)	[3]	11	19	46	32	22
04	電気・ガス・水道業(1)	[4]	12	47	22	11	04
05	建設業(1)	[5]	09	44	11	47	05
06	商業・運輸業(1)	[6]	32	16	12	44	11
07	サービス業(1)	[7]	33	22	04	46	12
08	農林水畜産業(1)	[8]	22	36	05	22	09
09	鉱業(M)	[9]	04	11	23	33	23
10	製造業(M)	[10]	05	12	25	25	25
11	電気・ガス・水道業(M)	[11]	23	39	26	36	26
12	建設業(M)	[12]	19	40	09	39	13
13	商業・運輸業(M)	[13]	16	09	32	40	14
14	サービス業(M)	[14]	46	04	33	12	06
15	農林水畜産業(P)	[15]	25	05	19	19	19
16	鉱業(P)	[16]	26	30	13	26	36
17	製造業(P)	[17]	48	46	14	09	39
18	電気・ガス・水道業(P)	[18]	13	18	30	05	40
19	建設業(P)	[19]	14	23	36	13	16
20	商業・運輸業(P)	[20]	36	25	39	48	18
21	サービス業(P)	[21]	39	26	40	14	32
22	農林水畜産業(S)	[22]	40	13	16	37	33
23	鉱業(S)	[23]	06	14	18	49	27
24	製造業(S)	[24]	37	37	48	06	28
25	電気・ガス・水道業(S)	[25]	49	06	37	30	37
26	建設業(S)	[26]	18	48	49	16	46
27	商業・運輸業(S)	[27]	30	49	06	18	30
28	サービス業(S)	[28]	07	07	07	07	24
29	農林水畜産業(T)	[29]	27	27	27	27	48
30	鉱業(T)	[30]	28	28	28	28	49
31	製造業(T)	[31]	24	24	24	24	45
32	電気・ガス・水道業(T)	[32]	03	03	03	03	17
33	建設業(T)	[33]	45	45	45	45	10
34	商業・運輸業(T)	[34]	17	17	43	17	34
35	サービス業(T)	[35]	43	15	17	10	35
36	農林水畜産業(J)	[36]	10	10	10	43	43
37	鉱業(J)	[37]	34	43	34	08	15
38	製造業(J)	[38]	35	08	35	34	20
39	電気・ガス・水道業(J)	[39]	31	34	31	35	21
40	建設業(J)	[40]	08	35	01	31	07
41	商業・運輸業(J)	[41]	29	31	08	29	03
42	サービス業(J)	[42]	41	29	29	15	08
43	農林水畜産業(K)	[43]	42	41	15	20	31
44	鉱業(K)	[44]	50	42	41	21	29
45	製造業(K)	[45]	53	50	42	41	41
46	電気・ガス・水道業(K)	[46]	51	53	50	42	42
47	建設業(K)	[47]	15	51	20	50	50
48	商業・運輸業(K)	[48]	54	54	21	53	53
49	サービス業(K)	[49]	20	20	53	51	51
50	農林水畜産業(A)	[50]	21	21	51	01	54
51	鉱業(A)	[51]	01	01	54	54	01
52	製造業(A)	[52]	38	38	38	38	38
53	電気・ガス・水道業(A)	[53]	55	55	55	55	55
54	建設業(A)	[54]	56	56	56	56	56
55	商業・運輸業(A)	[55]	52	52	52	52	52
56	サービス業(A)	[56]	02	02	02	02	02
	$\sum_{i>j} a_{ij}$		16.1213	16.1213	16.1213	16.1211	16.1175
	$\lambda(\pi)$		0.8551	0.8551	0.8551	0.8511	0.8549

5-3 キー・セクターの確定

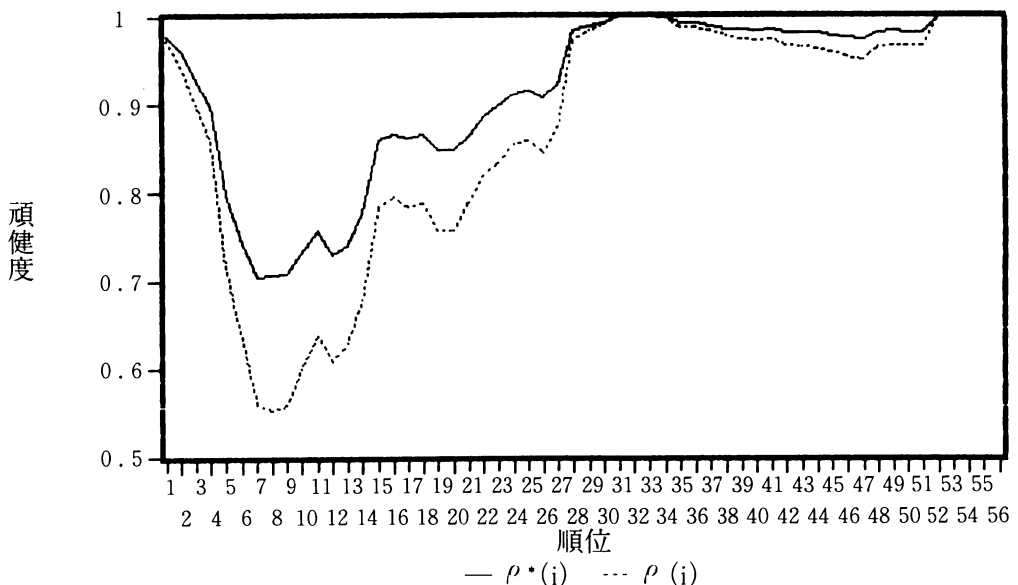
図2は、(1')にかんする序列順位(i)の1位から56位までの頑健度 $\rho(i)$ と総合頑健度 $\rho^*(i)$ を計測した結果を示す。たとえば、順位29位の $\rho(i)$ は0.983である。表3の最適序列(1')の第29位には、シンガポールの商業・運輸業(27)がきている([29]の欄の右の数字は部門番号27である)。この0.983という数字は、つぎのように計算される。460個の π_2 のなかで、順位29位に、部門番号27が452回入る。したがって、 $\rho(29) = 452/460 = 0.983$ となる。あるいは、総合頑健度 $\rho^*(i)$ を計測すると、 $\rho^*(29) = 0.989$ となる。この計算は、次のようにする。4節の序列順位行列Mの29行目([29]と書く)は、

		部門番号				
		(…18	30	07	27	28…)
順位	[29]	3	3	0	452	2

と算出されるから(カッコ内は部門番号を示す)、 $\rho^*(29) = [452 + (2/2) + (3/3) + (3/4)] = 454.75/460 = 0.989$ となる。検出された460個の序列を通じて第29位に入った部門のなかで、シンガポールの商業・運輸業とは異なる部門がきたのが、重複を許して8部門ある。フィリピン電気・ガス・水道(18)が3回、タイ製造業(30)が3回、シンガポールサービス業(28)が2回である。

図2によれば、総合頑健度 $\rho^*(i)$ は非対角の要素をも考慮しているから、 $\rho^*(i)$ の計算値は $\rho(i)$ の計算値よりも大きく出ている。非対角の要素をも総合している点を評価して、以後、 $\rho^*(i)$ を用いる。序列順位(31,32,33)と(52,53,54,55,56)の $\rho^*(i)$ は1である。全く順位の変更がないのである。他の48個の部門の順位が特定の範囲で揺れ動いて459個の相対的

図2 頑健度の計測(投入係数表)



最適序列を形成しているのに反して、全く移動していない。すなわち、これらの8部門は、国際的なハイアラキー構造のなかで不動の位置を占めているキー・セクターである。それらは、ハイアラキー構造の中位に位置するシンガポール製造業(24)、インドネシア製造業(03)、韓国製造業(45)と最下位に位置する日本製造業(38)、アメリカ商業・運輸業(55)、アメリカサービス業(56)、アメリカ製造業(52)、インドネシア鉱業(02)である。前者を国名の頭文字をとって、SIK キー・セクターと呼び、後者の5部門をJAI キー・セクターと呼ぶ。これら2つのグループには含まれた部門の $\rho^*(i)$ も0.97から0.99ときわめて大きい。序列順位の後半分の部門のハイアラキーは安定している。

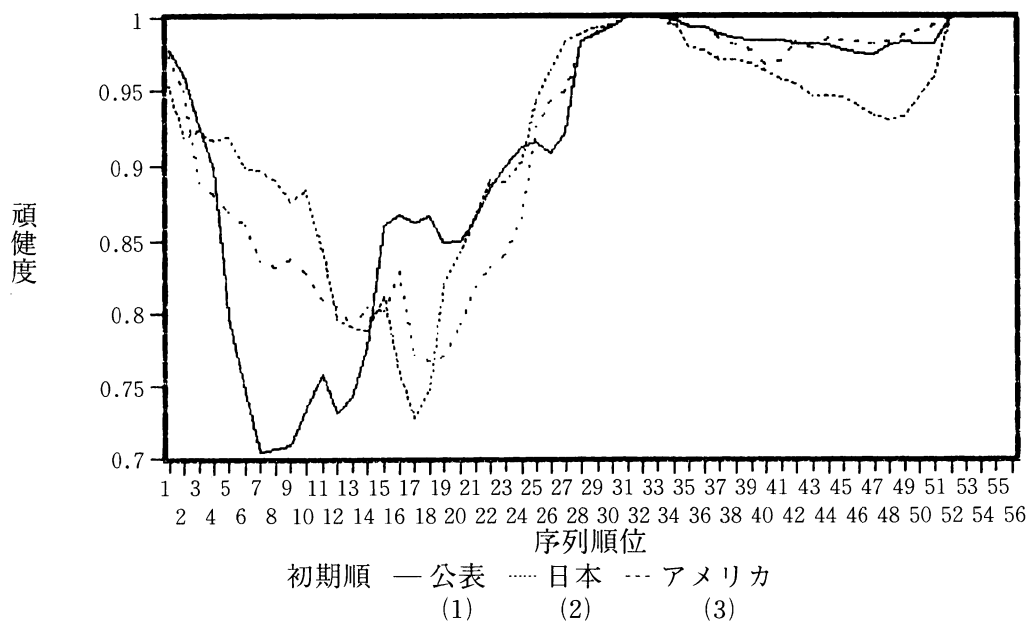
5-4 キー・セクターの序列の頑健性

たしかに、図2においては、序列31位を33位にSIK キー・セクター3部門が入り、序列52位から56位にJAI キー・セクター5部門が不動の位置を占めた。TRIを適用して、同一の $\lambda(\pi)$ を持つ最適序列を求めても、他の部門の順位がある序列範囲のなかで不確定であるのに対して、これらのセクターは常に安定的であった。これはこのシリーズにおいてたまたまそのように並んだのだろうか。

本節では、(1')と同一の $\lambda(\pi)$ に達した(2')および(3')の第二種の相対的最適序列 π_2 にたいして、2つのキー・セクター・グループの頑健性をチェックする。まず、これらのセクターの順位は、(1')と全く同等である(表1参照)ことを確認する。この最適序列 π_2 にたいしてバランス・ウェイトをゼロとして、TRIを適用した。

計算の結果を図3に示す。(2')と(3')の2つの点線の形状は、(1')の実線の形状とは序列順位前半部の谷の底の位置が少し右にずれ、また深さも浅くなっているが、この点を

図3 頑健度の計測(投入係数表)



除けば、きわめて類似している。(2')では、407個の最適序列が検出された。このなかで、序列順位31位から33位、および序列順位52位から56位には部門の変更は全くない。序列31位から33位にSIK キー・セクター 3 部門が、52位から56位にJAI キー・セクター 5 部門が入っている。(3')では、443個の最適序列が検出されているが、同じ結果を得た。

5-5 TRIの探索範囲からみた頑健度の解釈

序列順位が比較的頑健で安定しているのは、すでに指摘したキー・セクター 8 部門の 2 つのグループには含まれる部門および最上位の部門(たとえば、(1')では、韓国建設業(47))である。

いま、(1')の序列の1位の頑健度は、 $\rho(1)=0.972$ である。(2')にかんしては、 $\rho(1)=0.955$ である。(3')にかんしては、 $\rho(1)=0.970$ である。(1')と(3')の大部分では、 $j=\alpha(1)=47$ となっており、(2')の大部分では $j=\alpha(1)=32$ となる。これら3つの最適序列の1位は(1')と(3')では韓国建設業(47)であるが、(2')ではタイ電気・ガス・水道(32)である。この計測結果は一見して自然ではない。ハイアラキー構造の1位に2つの異なる部門が頑健度0.97以上で競っていることになる。

この理由は、3-4で述べたTRIの探索範囲のくせによる。順位1位の部門は理論上 $p(1,1)=0.931$ である。56位の部門についても理論上 $p(56,56)=0.931$ である。(1')および(3')を初期値として、TRIが生成する $T=_{58}C_4=424270$ 個の序列のなかで、順位1位に韓国建設業に留まる序列は、 $424270 \times 0.931=395010$ 個ある。最適序列の大多数に初期値の先頭部門(最終部門)が先頭(最後)にくる結果を得ることになった。このような母集団から得られた400個以上のサンプル(最適序列の個数)においても、先頭部門(最終部門)が先頭(最後)にきて、 $\rho(1)$ および $\rho(56)$ の値が1に近くなっても不思議ではない。

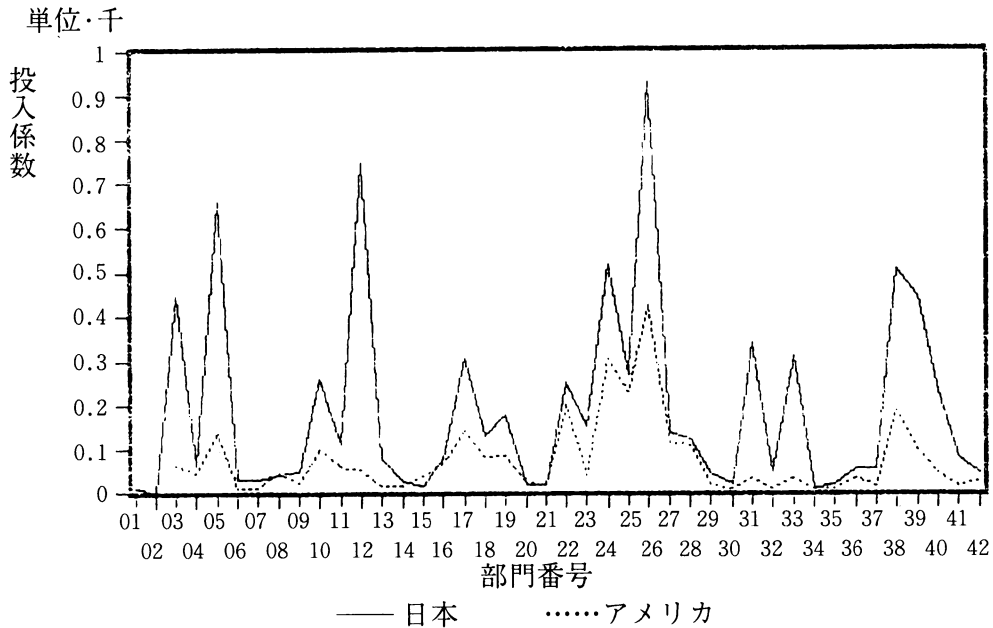
それにもかかわらず、序列の最後に位置するJAIグループの序列順位は頑健であるとみてよい。頑健度 $\rho(i)$ が1であることは、検索したすべての序列でJAIグループの序列が安定していたからこそ、 $\rho(i)=1$ となったからである。SIKグループの序列順位は頑健であることはいうまでもない。図1から序列順位の中位の $p(i,i)$ は理論上0.25前後と小さいのにもかかわらず、実際に検出された460個の序列全部で順位が一定で $\rho(i)$ が1であることは、SIKグループの序列の頑健性を意味している。

6 計測結果の解釈

付表1は三角化された投入係数表である。序列は表3の(1')を使用した。2つのキー・セクター・グループに限って考察する。

- (1) インドネシア鉱業(産業番号02、以下同様)の主要な生産物である原油・天然ガスの投入先は、ごく限られた部門である。日本の電気・ガス・水道部門(39)に0.0117、シンガポール製造業(24)に0.0413、フィリピン製造業(17)に0.0050、そして日本製造業(38)に0.046などにすぎない。しかし、投入先の部門は後述するように東南アジア経済のハイアラキー構造の基軸にあり、インドネシアの原油・天然ガスがそれらの不可欠のエネルギー源であるので、結果的にその下位にきている。日本を含む東南アジア諸国にとってこの国の原油・天然ガスは戦略的に重要な資源である。

図4 東南アジア諸国の日米製造業からの投入係数の大きさ (単位: $a_{ij} \times 10000$)



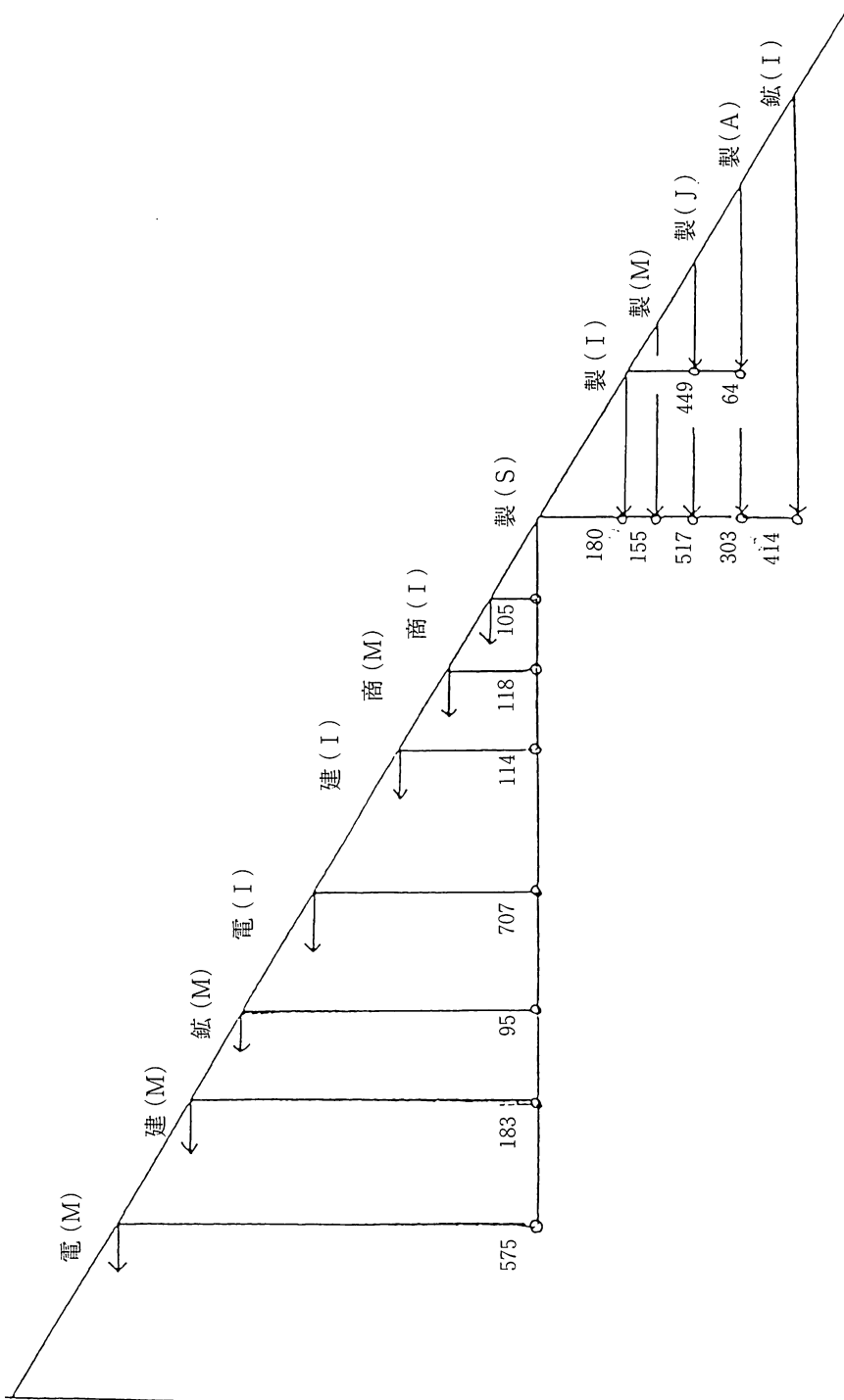
(2) JAI キー・セクター 5 部門の日本(38)とアメリカ(51)の製造業は、ともに最下位に近い。投入係数の大きさ自体をみると、日本からの投入係数の方がアメリカの平均3.24倍となっている。東南アジア諸国の両国にたいする生産技術の強い依存性を示している。

日米製造業からの各国・各部門への投入を具体的に観察する(図4参照)。図1の横軸の1から35までは付第1表の産業番号を同じであるが、36から42までに韓国の各部門が入っている。図の日本の製造業を示す実線の折れ線は、製造業と建設業のところいずれの国においても盛り上がっており、日本製造業の主要な投入先が各国の製造業と建設業であるが読み取れる。なかでも、シンガポール建設業(26)に0.0932、マレーシア建設業(12)に0.0748、インドネシア建設業(05)に0.0660と建設関係は非常に大きい。鉄鋼製品などの建築資材などを日本に依存していることを示す。各国製造業については、シンガポール製造業(24)に0.0517、韓国製造業(45)に0.0504、インドネシア製造業(03)に0.0448など、強力である。アメリカの投入は点線で示す。日本のそれにくらべて大きさは平均して $\frac{1}{3}$ 程度で小さいけれども、製造業と建設業で盛り上がっている点で日本と類似している。とくに、シンガポール電気・ガス・水道業(25)に0.0228、シンガポール建設業(26)に0.0303であり、この国との結び付きが強い。

これらは、日米製造業が東南アジア経済の生産構造の基礎にあることを示唆している。

(3) 日米を除く6カ国の製造業がシンガポール(24)、インドネシア(03)、韓国(45)、フィリピン(17)、マレーシア(10)、タイ(30)の順に連続的に国際産業連関表のちょうどまん中に位置している。とくに、シンガポール、インドネシア、韓国の3カ国の製造業部門はSIKキー・セクターを形成する国際的な連関構造の中核セクターである。アメリカの各部門および日本製造業から必要な各種の中間財を投入し、自国および近隣諸国にその生産物を産出しているパターンが読み取れる。とくに、シンガポールの製造業は、東南アジアの生産

図5 生産技術構造の骨格 (単位: $a_{ij} \times 10000$)



技術構造全体のキー・セクターである。すなわち、一方では、他の7カ国の製造業から資材を中間生産物として購入し、他方では、自らの生産物をインドネシアとマレーシアの電気・ガス・水道業、建設業、商業・運輸業、サービス業の4部門に販売している。まさに、シンガポールは港湾設備と船便のネットワークの利便性によって、「中継貿易基地」としての役割を演じている（図5参照）。

これらの点は、日本、アメリカ、東南アジア諸国の三角関係を解明するキー・ポイントとして重要である。日本は、東南アジア各国にたいして、鉱業中間品（部品、資材、機材、原材料）と技術を供給し、東南アジア各国は、それをもって労働力を投入して、製品にして対米輸出をおこなう。東南アジア諸国が対米輸出をすればするほど、日本からの輸入が付随的に増大する仕組みとなっている。

7 計測結果（取引額表）

7-1 計測作業

取引額表の三角化の計測作業を実施した。 $x_{ij} \geq 1000$ （単位千ドル）なるセル822個を作業の対象とした。このレベル以下の数値はすべてゼロとした。

TRI適用に際しての部門番号の序列として、次の5種類の序列を初期値とした。カッコ内の数字は部門番号を示す。

- (1) 公表産業連関表の序列、すなわち (01,02,...,56)
- (2) 日本農林水畜産業(36)を先頭にした序列 (36,37,...,56,01,...,35)
- (3) アメリカ農林水畜産業(56)を先頭にした序列 (50,51,...,56,01,...,49)
- (4) 影響力係数の大きい部門から並べた序列
- (5) シンガポール農林水畜産業(22)を先頭にした序列 (22,23,...,56,01,...,21)

TRIを逐次的に適用して、配列順序に変更を加えた。表4は(1)にかんする計算結果の過程を示している。まで、最初のバランス・ウェイトとして、 $L(1)=5000$ 万ドルをとり、ステップ1のイタレーション1を実施した。初期値は503244（単位千ドル）であり、最大値は単根で $\lambda_{\max}=162027$ であるので、検出された(I,J,K)の組を入れ替える。TRIを逐次適用して、ステップ8のイタレーション8において、 $\lambda_{ij} \geq 0$ をみたす(I,J,K)の組が皆無となったので、逐次計算を終了した。

線形度 $\lambda(\pi)$ は0.6753である（表5参照）。線形度 $\lambda^a(\pi)$ は0.7249である。投入係数表よりも三角化の程度は小さい。これは、自国内の取引額が大きく、主対角線左上に出るからである。なお、(2')から(5')の収束解の $\lambda(\pi)$ は(1')よりもわずかに小さかった。

7-2 複数の第二種の相対的最適序列の存在

表5に示した(1')の第二種の相対的最適序列の他に最適序列は存在しないかどうかをシステマティックに検討する。三角化された取引額表の視察からこの作業は部分的にはある程度可能ではあるが、全体的なチェックはほとんど不可能である。

そこで、まず、(1')の π_2 にかんして、新たに表4のステップ8に続いて、ステップ9として、 $L(9)=0.0$ としてTRIを実施した。すなわち、 $\lambda_{ijk}=0$ なる第二種の相対的最適序列

表4 TRIによる逐次計算（取引額表）*

ステップ	イタレーション	L(i)	$\Sigma_{i>ia_{ij}}$	λ_{max}	NUM1	NUM2
1	1	50000	503244	162027	8776	1
	2		665271	63426	618	1
	3		728697	-	0	
2	1	10000	728697	11768	86	1
	2		740465	-	0	
3	1	2000	740465	4576	7761	1
	2		745041	3400	4600	1
	3		748441	3231	1	1
	4		751672	-	0	
4	1	500	751672	1393	2071	1
	2		753065	1347	1550	1
	3		754412	1302	1569	4
	4		755714	904	300	1
	5		756618	850	76	2
	6		757468	649	2	1
	7		758117	-	0	
5	1	100	758117	649	968	1
	2		758117	409	959	1
	3		758526	301	733	3
	4		758827	300	531	1
	5		759127	219	612	2
	6		759346	205	79	2
	7		759551	-	0	
6	1	20	759551	57	123	2
	2		759608	57	73	1
	3		759665	38	38	11
	4		759703	33	26	6
	5		759736	26	16	9
	6		759762	24	6	6
	7		759786	-	0	
7	1	5	759786	14	11	1
	2		759800	7	10	5
	3		759807	7	4	4
	4		759814	-	0	
8	1	1	759814	4	117	5
	2		759818	4	108	4
	3		759822	4	154	3
	4		759826	3	151	7
	5		759829	3	20	1
	6		759832	2	25	9
	7		759834	1	13	13
	8		759835	-	0	
9	1		759835	-	441	

☆ 取引額表の合計は、1125219千ドルである。ただし、1千ドル以下はゼロとしている。初期値は、産業番号の若い順に並べている。

表5 アジア産業連関表の三角化の計測作業（取引額表）*

部門番号	順位	(1')	(2')	(3')	(4')	(5')	
01	農林水畜産業(I)	[1]	54	54	54	12	54
02	鉱業(I)	[2]	47	12	12	19	25
03	製造業(I)	[3]	40	19	47	25	26
04	電気・ガス・水道(I)	[4]	19	35	40	26	35
05	建設業(I)	[5]	25	47	07	54	33
06	商業・運輸業(I)	[6]	26	07	05	47	40
07	サービス業(I)	[7]	35	05	25	40	47
08	農林水畜産業(M)	[8]	07	40	26	18	07
09	鉱業(M)	[9]	12	25	19	07	19
10	製造業(M)	[10]	33	26	35	05	12
11	電気・ガス・水道(M)	[11]	05	33	33	24	05
12	建設業(M)	[12]	18	24	18	03	18
13	商業・運輸業(M)	[13]	24	03	24	27	24
14	サービス業(M)	[14]	46	27	46	46	03
15	農林水畜産業(P)	[15]	03	22	03	22	27
16	鉱業(P)	[16]	27	23	23	35	22
17	製造業(P)	[17]	22	28	27	33	28
18	電気・ガス・水道(P)	[18]	28	46	22	28	46
19	建設業(P)	[19]	52	18	28	52	52
20	商業・運輸業(P)	[20]	45	52	52	45	45
21	サービス業(P)	[21]	10	45	45	10	10
22	農林水畜産業(S)	[22]	31	10	10	31	31
23	鉱業(S)	[23]	23	31	31	38	08
24	製造業(S)	[24]	38	38	38	37	13
25	電気・ガス・水道(S)	[25]	37	37	37	36	38
26	建設業(S)	[26]	36	36	36	41	30
27	商業・運輸業(S)	[27]	41	41	44	44	37
28	サービス業(S)	[28]	42	42	41	09	36
29	農林水畜産業(T)	[29]	39	39	42	30	41
30	鉱業(T)	[30]	44	44	43	42	42
31	製造業(T)	[31]	43	43	17	43	39
32	電気・ガス・水道(T)	[32]	48	48	29	17	44
33	建設業(T)	[33]	49	49	32	50	43
34	商業・運輸業(T)	[34]	17	17	30	08	48
35	サービス業(T)	[35]	50	50	16	13	49
36	農林水畜産業(J)	[36]	08	15	15	16	17
37	鉱業(J)	[37]	09	01	39	39	09
38	製造業(J)	[38]	16	09	48	14	14
39	電気・ガス・水道(J)	[39]	30	08	49	48	50
40	建設業(J)	[40]	15	55	50	11	29
41	商業・運輸業(J)	[41]	29	30	20	01	01
42	サービス業(J)	[42]	32	53	21	15	16
43	農林水畜産業(K)	[43]	20	51	01	49	15
44	鉱業(K)	[44]	21	16	08	20	20
45	製造業(K)	[45]	01	56	09	21	21
46	電気・ガス・水道(K)	[46]	55	02	55	29	55
47	建設業(K)	[47]	53	13	53	32	53
48	商業・運輸業(K)	[48]	51	14	51	55	23
49	サービス業(K)	[49]	56	11	56	53	51
50	農林水畜産業(A)	[50]	02	29	02	51	56
51	鉱業(A)	[51]	34	32	13	23	32
52	製造業(A)	[52]	04	34	14	56	34
53	電気・ガス・水道(A)	[53]	06	04	34	02	02
54	建設業(A)	[54]	13	20	04	04	04
55	商業・運輸業(A)	[55]	14	21	06	06	06
56	サービス業(A)	[56]	11	06	11	34	11
$\sum_{i,j} x_{ij}$			759835	759833	759834	759831	759831
$\lambda(\pi)$			0.6753	0.6753	0.6753	0.6753	0.6753

$\pi_{(k)}$, ($k=2, \dots, q$) を検出するためにおこなった。そこでは(4)式から、 $(JI + KI + KJ) = (IJ + IK + JK)$ となる。 $q=442$ となり、表5の収束解(1')以外に441個検出された。すなわち、 $\lambda(\pi)=0.6753$ を持つ序列は唯一あるのではなく、少なくとも他に441個存在する。主対角線をはさんで要素の総計が等しい(I, J, K)の組が442個検出されたことになる。これらを入れ換えても三角化の程度は改良されない。これらの442個の最適序列を書き出すことはスペースの関係で省略する。

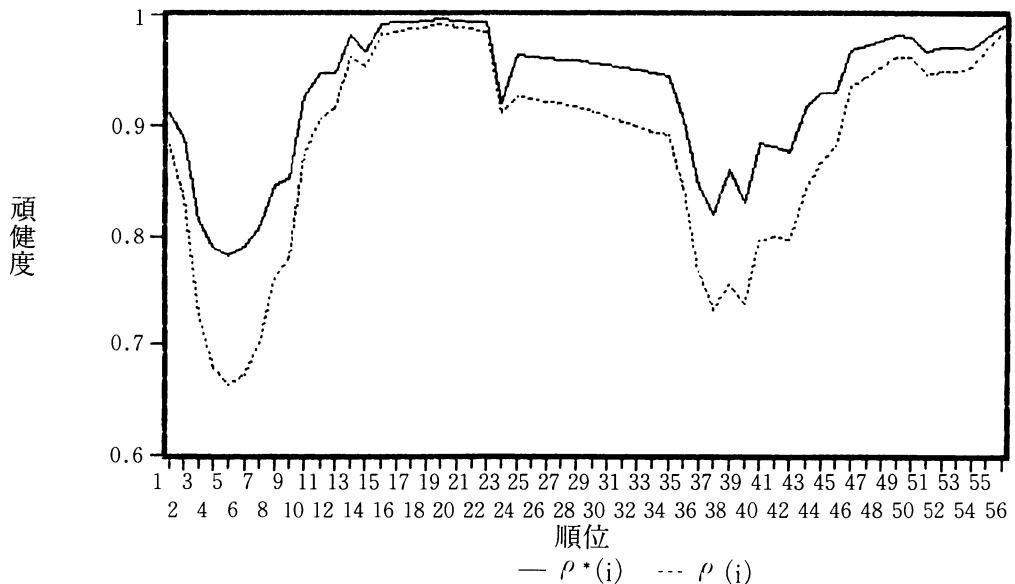
7-3 キー・セクターの確定

図6は、(1')にかんする序列順位(i)の1位から56位までの頑健度 $\rho(i)$ と総合頑健度 $\rho^*(i)$ を計測した結果を示す。たとえば、順位19位の $\rho^*(i)$ は0.995である。表5の最適序列(1')の第19位には、アメリカ製造業(52)がきている([19]の欄の右の数字は部門番号52である)。442個の π_2 のなかで、順位19位に、アメリカ製造業が438回入り、シンガポールサービス業(28)が3回、シンガポール鉱業(22)が1回入る。したがって、 $\rho^*(19) = [438 + (3/2) + (1/5)] / 442 = 0.995$ となる。

図6によれば、投入係数表の計測とは違い、 $\rho^*(i) = 1$ の部門は検出されなかった。0.96以上の $\rho^*(i)$ を備える部門は序列順位15位から22位までの8部門と序列順位24位から29位の6部門、および最後の11部門である。このなかで、最後の数部門は、すでにのべたTRIの探索範囲の特性から無視してもよい。

一番目のキー・セクター・グループは、インドネシア製造業(03)、シンガポール商業・運輸業(27)、シンガポール農林水畜産業(22)、シンガポールサービス業(28)、アメリカ製造業(52)、韓国製造業(45)、マレーシア製造業(10)、タイ製造業(31)である。二番目のキー・セクター・グループは、建設業を除く日本の各部門である。三番目のグループは、農林水畜産業(50)、製造業(52)、建設業(54)を除くアメリカの4部門とインドネシア鉱業(02)である。

図6 頑健性の計測 (取引額表)



序列位行列 M から日本の各部門にかんする小行列を書き出すと、

		部門番号													
		(…23	38	37	36	41	42	39	44	…	17	…	09	…	30…)
順 位	[24]	1	409	32											
	[25]	1		408	31								1		1
	[26]	1		2	407	30							1		1
	[27]	1			4	406	29						1		1
	[28]	1				6	405	28					1		1
	[29]	1					8	403	27		1		1		1

となる。Mの主対角線の要素がドミナントな形で、しかも他の非対角線要素の多くが主対角線のすぐ右あるいはすぐ左にある。したがって、これらの部門の序列順位が常に一定しているわけではないが、ずれても多くが前後に1位ずつ移動するに過ぎない。頑健度は1ではないが、序列順位はきわめて安定のとみてよい。

指摘した3つのグループは、投入係数表の場合に検出した2つのキー・セクター・グループ(SIKキー・セクターとJAIキー・セクター)を含む。しかし、他に各国の製造業をもカバーしている。これは、取引額表では各国の産業構造のなかで大きなシェアをもつ製造業の力がそのまま出てくるのにたいして、投入係数表では、各部門の産出額を均等に1としているために、製造業が抑えられているからである。

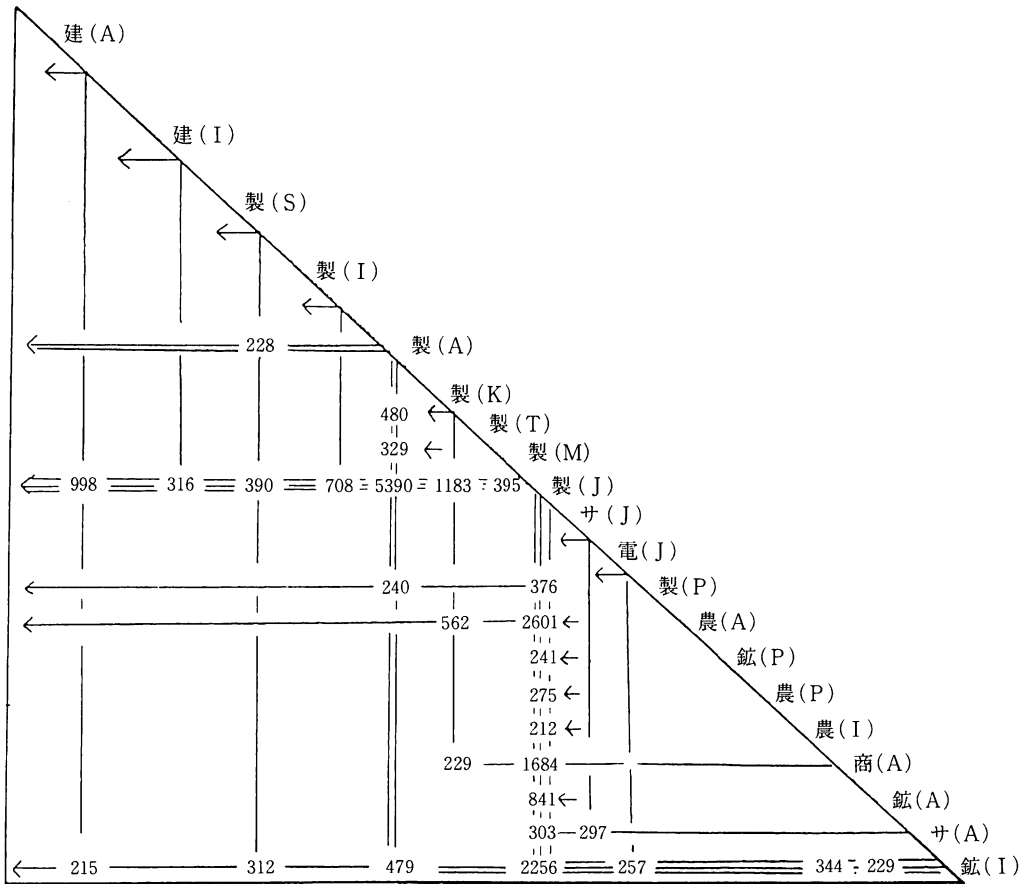
8 計測結果の解釈

三角化された取引額表は、付表2に示される。図7は、三角化された取引額表の20万ドル以上の主要なセルに注目して作成した表であり、取引額表の骨格と言える。東南アジアの産業構造を国際的な連関の観点から検討する。

図7から、つぎの3点が明かとなる。

- (1) 日本製造業(38)が、東南アジア経済の基本的背骨を形成している。つまり、この部門は、インドネシア鉱業(02)から原油を2256、アメリカ農林水畜産業(50)から2601、アメリカ商業・運輸(55)から1684、鉱業(51)から841、サービス(56)から308、フィリピン鉱業(16)から241、インドネシア農林水畜産業(01)から212、フィリピン農林水畜産業(15)から275、フィリピン製造業(17)から376を投入する。そして、日本の製造業は、生産物をアメリカ製造業(52)に5390、韓国建設業(45)に1183、アメリカ建設業(54)に998、インドネシア製造業(05)に316を、それぞれ産出する。
- (2) 第2の大きな連関構造の背骨は、アメリカ製造業である。日本製造業(38)から5390、韓国製造業(45)から480、インドネシア鉱業(02)から479、マレーシア製造業(10)から329、フィリピン製造業(17)から240を投入する。そして、アメリカの製造業は、生産物をシンガポール製造業(24)に228産出する。
- (3) 連関構造の基礎にあるのは、技術構造の場合と同じくインドネシア鉱業(02)である。日本製造業(38)に2256、アメリカ製造業(52)に479、商業・運輸業(55)に344、シンガポール製造業(24)に312、日本電気・ガス・水道(39)に257、アメリカ鉱業(51)に229、同じく建

図7 中間財取引構造の骨格



設業(54)に215をそれぞれ産出している。

- (4) 2つの背骨の関係は、一見類似しているようだが、実際は絶対値レベルではほぼ一桁日本の方が大きい。ハイラーキの下からみていくと、インドネシア商業・運輸から日本は160、アメリカは34を投入している（以下、160-34と書く）。タイ商業・運輸業(34)から(115-16)、インドネシア鉱業(02)から(2260-479)、インドネシア農林水畜産業(01)から(212-16)、タイ農林水畜産業(29)から(124-3)、フィリピン農林水畜産業(15)から(275-30)、フィリピン鉱業(16)から(241-13)、タイ製造業(31)から(303-99)、インドネシア製造業(09)から(152-96)である。まさしく、わが国製造業は東南アジア経済の生産構造を貫徹して流れる一大長河である。怒濤のごとく、あらゆるモノをのみこみ、はきだしている。

9 おわりに

以上の分析では、複数の第二種の相対的最適序列の存在に注目して、頑健度の指標を導入した。計算結果は、投入係数表と取引額表にかかわりなく、つぎの2点を強く示唆している。

- (1) SIK キー・セクター3部門（シンガポール製造業(24)インドネシア製造業(03)、韓国製造業(45)）が、国際的なハイラーキ構造のなかで中位の不動の位置を占めているキー・

セクターであること、

(2) JAI キー・セクター 5 部門 (日本製造業 (38)、アメリカ商業・運輸業 (55)、アメリカサービス業 (56)、アメリカ製造業 (52)、インドネシア鉱業 (02)) がハイアラキー構造の基軸にあるキー・セクターである。

とくに、日本とアメリカが東南アジアの生産技術的な構造だけではなく、国際的な貿易構造をも支えていることが重要である。さらに、シンガポールが先進 2 カ国とインドネシア・マレーシアを連結することを示唆している。

経済発展が自立的であるためには、日米以外の 5 カ国の産業、とくに製造業の生産が国内の各種の生産を刺激しなければならない。しかし、たとえば、日米両国の多国籍企業の生産がアジア各国の関連の原料、部品産業を誘発しているかどうかについては様々な計量分析が必要である。

本研究によれば、途上国の工業化の努力は、原料、部品、機械、資材などを先進国から輸入していることを強く示唆している。せつかくの工業化が、途上国自体の所得の拡大や雇用の増大に貢献していない可能性があり、この点は今後の課題としたい。

さらに、取引額表で頑健性が投入係数表の場合と比して強くでなかった理由として、取引額表の要素数が 822 で投入係数表の 888 より 66 少なかったために、表がよりスパースとなって、部門の序列順位が動き安定しなかったことが考えられる。この点も将来の課題としたい。

最後に、従来の TRI よりもより強力な最適アルゴリズム、スーパー TRI を開発するべく努力したい。

参考文献

福井幸男、「産業連関構造の研究——生産技術とハイアラキー」、1987年 6 月、啓文社

- ◇、「国際産業連関表におけるハイアラキー構造の検出」、佐野敬夫・玉村千治編『アジア国際産業連関表シリーズ No. 6 ——国際産業連関表の作成と利用』、アジア経済研究所、1989年 3 月、321-341ページ。
- ◇、「東南アジア経済における産業構造の連関——アジア国際産業連関表におけるハイアラキー構造の検出(2)——」、佐野敬夫・玉村千治編『アジア国際産業連関表シリーズ No. 14 ——国際産業連関表の作成と利用』、アジア経済研究所、1990年 3 月、123-151ページ。
- ◇、「アジア・太平洋産業連関構造におけるハイアラキー性の検出——キーセクターとしての日米製造業——」、1990年11月、『国民経済雑誌』第162巻第 5 号、37-49ページ。

Fukui, Y., "A More Powerful Method for Triangularizing Input-Output Matrices and the Similarity of Production Structures," *Econometrica*, Vol. 54, No. 6 (Nov. 1986), pp. 1425-1433

- ◇、「産業連関表の三角化の新展開——コンピュータ・アルゴリズム TRI の探索範囲の特定化——」、1991年 3 月、『大阪産業大学論集社会科学篇』第82号、9-20ページ。

付表2 アジア国際産産業連関表(1985) 三角化された取引額表(単位100万ドル)

	54	47	48	19	25	26	35	87	12	33	85	18	24	46	83	27	22	28	52	45	18	31	23	38	37	36	41	42
対インド(カ)	54																											
対インド(ク)	47																											
対インド(カ)	48																											
対インド(ク)	19																											
対インド(カ)	25																											
対インド(ク)	26																											
対インド(カ)	35																											
対インド(ク)	87																											
対インド(カ)	35																											
対インド(ク)	85																											
対インド(カ)	18																											
対インド(ク)	24																											
対インド(カ)	46																											
対インド(ク)	25																											
対インド(カ)	83																											
対インド(ク)	22																											
対インド(カ)	52																											
対インド(ク)	45																											
対インド(カ)	18																											
対インド(ク)	51																											
対インド(カ)	38																											
対インド(ク)	37																											
対インド(カ)	41																											
対インド(ク)	42																											
対インド(カ)	39																											
対インド(ク)	43																											
対インド(カ)	48																											
対インド(ク)	49																											
対インド(カ)	17																											
対インド(ク)	58																											
対インド(カ)	88																											
対インド(ク)	89																											
対インド(カ)	30																											
対インド(ク)	15																											
対インド(カ)	29																											
対インド(ク)	20																											
対インド(カ)	21																											
対インド(ク)	55																											
対インド(カ)	53																											
対インド(ク)	51																											
対インド(カ)	56																											
対インド(ク)	82																											
対インド(カ)	34																											
対インド(ク)	84																											
対インド(カ)	84																											
対インド(ク)	15																											
対インド(カ)	14																											

