

アジア国際産業連関表の三角化によるハイアラーキー性分析

呂, 建軍

中国農業大学経済管理学院信息管理与電子商務系

時永, 祥三

九州大学大学院経済学研究院経済工学部門 : 教授

<https://doi.org/10.15017/15748>

出版情報 : 経済學研究. 74 (2), pp.121-145, 2007-10-30. 九州大学経済学会
バージョン :
権利関係 :

アジア国際産業連関表の三角化による ハイアラーキー性分析

呂 建 軍
時 永 祥 三

1 まえがき

アジア地域における産業の国際的な連関関係を分析する方法論として、貿易データの分析のほか、個別企業の海外進出などの動向調査があるであろう。しかし、貿易関係はいわば国の境界における出入りを集計したものであり、経済構造の相互関係を分析するには十分ではない。また、海外進出データは個別企業の動向を分析するには重要であるが、ミクロ的な要素も多数含まれており、経済動向を分析するには不十分であると言える。

産業連関表は、先進国を中心としてほぼ5年ごとに作成されてきており、最近では経済援助を活用した研究協力などの成果もあって、アジア地域の各国でも産業連関表を作成することが定着している [1]-[13]。特に、旧アジア経済研究所により制作され公表されているアジア国際産業連関表は、これらのアジア各国の経済関連性を分析する場合に有効なデータである。われわれのこれまでの研究においても、産業連関表を基礎とする経済マクロ分析は多様な観点からの、さまざまな分析の可能性を与えている [14]-[17]。

本論文では、アジア国際産業連関表によるアジア地域の経済分析の1つの手法として、産業連関表の三角化によるハイアラーキー性分析を行っている [4]-[13]。これまでもアジア国際産業連関表の三角化によりハイアラーキー性分析は行われているが、本論文では1995年表と2000年表との違いに注目していることや、3つの国を抽出してこれらを1つの地域とみなした場合の産業のハイアラーキー性の分析を実施するなどの工夫を行っている。

本論文では、まず最初に、産業連関表による経済モデル分析の基礎として、産業連関表の三角化により産業間のハイアラーキー性の概念を述べている [3]-[12]。この手法による産業間のハイアラーキー性分析の成功例と、課題についても述べている。次に、実際に産業連関表の三角化を実施するための手法について述べ、コルテラの産業連関表の三角化の方法を用いることと、これを実際に行うためのFortranプログラムの説明を行っている。三角化を実施するプログラムは、繰り返し計算による改善であり、逐次的な計算を簡潔に記述できることを示す。

論文の後半では、アジア国際産業連関表を三角化分析することにより、産業のハイアラーキー性分析を実施する。まず最初に、10カ国における産業のハイアラーキー性の個別の分析を行うため、各国の52部門表の三角化分析を行うが、この結果をまとめる上でそれぞれの国における産業部門のハイアラーキー性における順位に相関があるかを、スピアマンの順位相関を用いて調べる。その結果、用いる産業連関表が取引額表であるのか、投入係数表であるのかによって、結果が異なる場合

があること、したがって相対的には投入係数表による分析が適切であることが分かる。これにより、各国の産業構造の類似性を推定することができる。

次に、各国の産業部門を 52 部門から 24 部門に集約した上で、抽出した 3 カ国の間での産業のハイラーキー性分析を実施する。具体的には、例えば日米と中国を 3 つの地域が 1 つの国としてまとめられたと仮定し、この再編された産業連関表について三角化を実施し、国をこえた産業のハイラーキー性の分析を行う。この中で特に、1995 年表から 2000 年表にいたる過程での変化や、ハイラーキー性の上位にある製造業の特徴抽出などを行っている。

2 産業連関表による経済モデル分析

2.1 産業間のハイラーキー性

国の経済活動の全体的な枠組みを分析する場合に、その基本となる生産活動を把握することは重要である。生産活動の分析方法には、さまざまなものが可能であるが、ある時刻に限定して産業間のいわゆる水平的な連係を分析する方法が考えられる。しかし、これと同時にこれらの連係が時間的に伝播する垂直的な分析も重要である。すなわち、ハイエク (Hayek) らにより提案された迂回生産という概念であり、産業連関構造をやや単純化することにより、産業間の相互関連性を見やすくする方法である [1]。このような、原初的な部門から最終的な部門にいたるまでの産業部門間の階層性、すなわちハイラーキー性 (hierarchical property) を見出すことが、産業連関表の三角化の目的である。

いま、ある時点における最終的な消費財の生産に必要な財と労働が段階的に投入され、時間の経過とともに伝播する図式を考える。最初の段階では投入される初期財は原料などであり、これに労働が加えられて、次の段階における中間財が生産される。さらにこの中間財は、新しい労働が加えられて、次の段階における中間財が生産され、結果的に最終的な消費財に、これらの中間財と労働が投入されて、生産の連鎖は完結する。この図式を上の方から下の方にいたる三角形の図とみなすと、この図式における底辺は、最終的に得られる今年度の消費財の最終的な産出高であり、縦軸方向は時間の経過を表している。この階段状の形状は、生産の前段階で消費財の生産のために必要な労働が継続的に投入されることを意味している。

あとで説明する産業連関表は、ある産業が生産をするために必要な中間財 (これを投入構造とよぶ) の関係を示したものである。したがって、この産業連関表が、上に述べたような中間財と最終的な消費財との関係をより分かりやすく示しているならば、この国における産業の相互関係が理解しやすくなる。産業連関表をこのように見た場合には、中間の下だけに要素が集中している三角形は、連続的に生産を続けるための中間生産物を表しており、この前の中間生産物に対して労働を働きかけることにより、新しい中間生産物が完成され、さらにこのような関係が下方へと伝播されていく。この結果、最終的に底辺に存在する最終生産物が完成される。ハイエクによれば、この三角形の形は、最終的な消費財の産出高に対する消費財の生産に必要な中間生産物の量との比率であるので、いわゆる迂回生産の過程が長くなるにしたがって、この比率、すなわち三角形の面積が大きくなると規定している。

産業連関表を並び替えて三角化を行う利点として、次のようなことがあげられている。

(1) 取引関係を単純化できる

大規模な産業連関表を一度に分析することは難しいが、取引関係にだけ注目すると、その構造を相対的に単純化することができる。この大きな理由となっているものが、産業連関表として提供される行列それ自体におけるスパース性 (Sparsity, 行列の要素にゼロが多いこと) である。確かに産業連関表は表示される場合には大きな行列ではあるが、実際に提供されるデータは、どの産業とどの産業に取引があるかを示すデータだけであり、これを行列上に配置しなおして、表示形式を得ている。したがって、もともとある産業と関連する産業は、全部の産業分類の中では、極めて少数であることが分かっており、この関係を直接利用することにより産業の間の関連性を単純化している。

(2) 産業の上位部門と下位部門の区分

産業連関表を三角化することにより、最終需要に与える影響を産業ごとにその初期段階のもの、すなわち下位部門と、最終需要に近いもの、すなわち上位部門とに区別することができる。上位に存在する産業部門は、より基本的な産業であるとも言える。

2.2 産業連関表における三角化分析の研究

産業連関表を並び替えることによりその国の経済を分析する方法は、古くから存在している。産業連関表の創始者であるレオンティエフ (Leontief) は、投入産出表を三角化することは産業間の取引の内部構造を解明するのに役立つと指摘し、実際に米国と欧州の 17 か国の産業連関表を同じ産業分類の順に並び替えた表を相互に比較すると、連関構造が非常に類似していることを実証している [1]。

チェネリー (Chenery) らは 1940 年代から 1950 年代の日米やイタリア、ノルウェーなどの 4 つの国における 29 部門取引額表に基づいて、産業構造の国際比較を実施している [3][4]。その結果、これらの 4 つの国においては、産業間の相互関連性に極めて明確な共通性が見られることを指摘している。また、ヘルムシュタッター (Helmstadter) の研究、およびシンプソン (Simpson) らの研究においては、先進国における取引額表あるいは投入係数表を分析して、産業構造に顕著な共通性が見出せることを述べている [5]。すなわち、先進国における産業連関表の三角化により見出されるハイアラキー性は共通していること、工業国の取引構造には強いハイアラキー性が存在することを指摘している。

特にシンプソンらは、1960 年代の日米の 38 部門表を金属系、非金属系、エネルギー系関連のブロックの順序に並べ替えると、投入係数表は行列でいうところの、いわゆる三角化が実現されることを示している [5]。この分析結果は、現在の三角化分析を実施する場合に重要な手がかりとなっている。更にこれらの 3 ブロックの概念の重要性の指摘と同時に、サービス関連を除く 3 ブロックが独立となることも示している。また、非金属最終生産物、金属最終生産物、金属基礎生産物、非金属最終生産物、エネルギー、サービスの産業分類と上位下位の配列の導入により、三角化が鮮明になることを示している [5]。

同様に、茂木による分析結果として、1970 年代から 1980 年代までの取引額表を用いた分析では、日米間において経済構造の基盤である産業技術構造に、極めて大きな類似性があることを見出している。また丸谷らは、1980 年当時の西ドイツの投入産出表の三角化の結果として、明確な三角化の構造を有していること、更に加工組立型産業と基礎資材産業の 2 つのグループの間に独立性が見出

せることを示している。

しかしながら、現実の多くの国においてこのようハイアラーキー性を統計的に実証するには簡単ではなく、国によっては必ずしも仮説として成立しないこともある。このような研究としてはコルテ (Korte) らによる結果などが知られているが、詳細は省略する [7]-[9]。

2.3 産業連関表の三角化

公表されている産業連関表は、第1次産業から第3次産業に向かう順序に産業が並べられて、これらの間の取引データが記載されている。産業の並べ方には特に決まりはないので、このままでは産業間の関連性が分からない。産業連関表の三角化とは、産業連関表の行および列に対して適当な並び替えを行って、部門の配列を変更し主対角線上の左下の要素の和を最大にすることを意味する。しかし部門の数が多くなると、並び替えのための組み合わせの数が極めて膨大となるので、何らかの数理的な手段が必要となる。その方法の詳細は後述するが、この並び替えによりどの産業部門がより多くの他の産業部門に影響を及ぼすかを測定することができる。

すなわち、産業連関表の配列を最終財産業、中間財産業、基礎素材産業の順序に並び替えることにより、産業連関表の主対角線上の下に取引を集中させる方法である。産業連関表を三角化することにより、産業間の取引構造を明らかにすることができると同時に、国際比較をすることにより類似性および独自性を見出すことができる。特に、国の経済がある発展段階に到達すると三角化された産業連関表は一定の形を持つことが指摘されている。

産業連関表は財の技術構造の相互依存性を観測するのが目的であるので、技術係数である投入産出表を用いることが多い。しかし、投入産出表を用いた三角化では取引そのものの大きさ、すなわち国の経済におけるそれぞれの産業の重要性を考慮していないことになる。そのため、多くの分析では投入産出表と同時に取引額表も三角化を行い、これらの2つを相互比較することにより考察を行っている。

2.4 三角化の手法

産業連関表の三角化の方法論は最初にチェネリーら (Chenery and Watanabe) により導入され、これ以降原初的な部門から最終的な部門にいたるまでの階層性、いわゆるハイアラーキー性を分析する手段として用いられている [3][4]。このうち、厳密な計算を回避した近似的な手法がコルテら (Korte and Oberhofer) により与えられている [7]-[9]。この方法の基本は、隣接する2つの部門を入れ換えることにより、産業連関表の下半分に取引の大部分が集中するように変換する手順を用いることである。

更に、このコルテらの手法を拡張したものとして福井により準最適な三角化の方法論がある [12]。しかし以下では部門の数が限定されていることなどの理由で、オリジナルな手法であるコルテらの手法にしたがうことにする。

産業連関表における三角化の問題は、産業連関表の行および列に対して適当な並び替えを行って部門の配列を変更し、主対角線上の左下の要素の和を最大にすることを意味する。すなわち、産業連関表 X の i, j 要素を X_{ij} として表した場合に、もとの表に対して部門の入れ替えを実施したあとの

表について、主対角線上の左下の要素の和である $R(X)$ が、次のようになれば三角化が完成する。

$$R(X) = \sum_{i>j} X_{i,j} \rightarrow \max \quad (1)$$

部門の並び替えは、例えば部門 p と q とを入れ替える場合には、行 p, q と列 p, q を同時に入れ替えることにより完成する。部門の並び替えを行ったあとの産業連関表について、その主対角線から下の要素の和を求めた場合に、この数値が最大となるケースが最適な解である。これを絶対的最適順列と呼ぶ。しかしながらこの最適解を求めることは、部門の数が増加するにしたがって、極めて多大な計算時間を要するため、実際には理論的に最適な解ではなく、現実的で実用的に十分に意味のある解を近似的に求めることがなされる。

自然数の 1 から n までを昇順に並べた順列を N とする。すなわち、 $N = (1, 2, \dots, n)$ である。この最初の順列にある並び替え (記号として $\pi()$ を用いる) を適用した結果の順列を $\pi = (\pi(1), \pi(2), \dots, \pi(n))$ として表す。もとの大きさが $n \times n$ である産業連関表 X を、この順列 π にしたがって並び替えたものを $X(\pi)$ として表し、その (i, j) 要素を $X_{\pi(i), \pi(j)}$ により表す。

ここで重要なことは、産業コードの並びである順列は、必ずしも部門コードそのものでなくてもよいことであり、単に第 1 番目、第 2 番目の部門を意味するにすぎない。したがって、三角化を適用するアルゴリズムの毎回の繰り返しの最初において、順列は N 、すなわち $(1, 2, \dots, n)$ であると仮定して問題ない。したがってコルテらの論文では、順列の i 番目の要素の初期値を $\pi(i)$ として一般化しているが、以下では話を簡単にするために、常に順列の初期値は N であると仮定する。

順列 N の隣り合う 2 つの部分順列を I と J しておく。すなわち、ある数値 $i, i \geq 1$ から $j-1$ までの部分順列 $I = (i, \dots, j-1)$ と、 j から $k, k \leq n$ までの部分順列 $J = (j, \dots, k)$ とを定義する。この 2 つの部分順列 I, j をそのまま入れ替える操作を Γ_{IJ} として表す。ここで、コルテら (Korte and Oberhofer (1970)) が用いた呼び方にしたがって Γ_{IJ} を環シフト置換 (ringshift permutation) と呼んでおく。このとき、次の定理が成り立つ。

定理 1(Korte and Oberhofer(1970)):

もとの産業連関表 X の順列に対して、もし I と J を入れ換えると次を得る。

$$R(X(\Gamma_{IJ})) - R(X) = \lambda_{IJ} \quad (2)$$

$$\lambda_{IJ} = \sum_{i \in I, j \in J} (X_{ij} - X_{ji}) \quad (3)$$

すなわち、 I と J とを置換することによる左下三角行列の要素の総和の変化は、 λ_{IJ} で与えられる。証明は文献 [7]-[9] に示されている (詳細は省略する)。

2.5 三角化の Fortran プログラム

以下では産業連関表の三角化の Fortran プログラムの例について示し、その概要を述べる。産業連関表の三角化の方法には、さまざまなアプローチが可能であるが、以下では、できるだけ簡単で、分かりやすい方法を用いている。具体的には、コルテとオーバーホーファー (Korte and Overhofer) の方法を用いている。なお、満足できる解が得られるまでの収束時間を短くするため、シンプソンと築井 (Simpson and Tsukui) によるブロック配置をあらかじめ仮定する提案を導入している [5]。

例題には、アジア国際産業連関表の24部門表を用いている。付録にプログラムを示している。以下プログラムを部分ごとに、やや詳細に説明する。

(1) 入出力ファイル

このプログラムに用いているファイルは、以下のようになっている。

xtest:産業連関表のデータ

xblock:6つのブロックに含まれる部門コードの入力

rout:可能な順列とその順列を適用したときの左下三角要素の比率の結果出力

これらのファイルの中で、2番目の6つのブロックに含まれる部門コードの入力ファイルでは、最初の6つのブロックに含まれる部門数を書き、その下に6行にわたって、それぞれのブロックに含まれる部門コードを書いている。部門数は1次元配列 *ibnum* へ、部門コードは2次元配列 *iblock* へ格納される。産業連関表は、2次元配列 *xold* に格納される。

(2) 部門コードの移動と管理

なお、以下の説明では次に示す2つの種類の配列の意味の違いを理解しておく必要がある。*ishift*:産業連関表を常に新しい表と見なした場合の *I* と *J* との入れ替えを指示

isold, isnew:産業の部門コードが最終的に得られる表の何番目に位置するかを指示

すなわち、三角化のステップを逐次的に繰り返す場合、それぞれのステップでは、前回のステップで得られた結果の表を、あらためて新しい表と見なして置換を実施して。したがって、現段階の表の要素の並びは、1から24までの番号を与えておけば十分である。この番号の入れ替えを実施する2箇所である *I, J* を決定し、この置換を実施したあとの配列が *ishift* である。例えば、最初の番号の並びに対して、 $I = (18, 19), J = (20, 21, 22)$ であるとする。この置換を実施したあとの配列は、 $ishift = (1, 2, 3, \dots, 16, 17, 20, 21, 22, 18, 19, 24)$ となる。

一方、このような順列の置換を実施するたびに、部門コードは最初に与えた産業連関表におけるコードの並びから移動を繰り返すので、この過程を記録しておかないと、最終的に、どの部門がどこに配置されたかが分からなくなる。そのため、配列 *isold, isnew* において、現在までの繰り返しのステップにおいて得られている置換を実施した産業連関表の部門コードについて、最初から第24番目までを記録している。なお配列 *isold* と *isnew* との違いは、部門コードを入れ換えるための作業領域の必要性から区別されている。

(3) ブロックを参考にした初期配置

プログラムの流れはファイルからのデータ入力のもと、最初にサブルーチン *prepro* によりブロックを考慮した初期配置を求め、これに応じて産業連関表を行列として見た場合の置換を行う。次に、このような初期化が終わったあとに、考えられる可能な順列の入れ換えパターンを生成し、前に定義した λ を計算して、意味のある置換の候補を集積する。このあと、このステップの中で最も対角線左下要素の総和が大きくなる置換を採用し、次のステップに移る。

前処理のサブルーチン *prepro* においては、ブロックの順に部門コードを並べることが主要な作業であるが、ブロックの中では投入額の大きい部門が上位にくるので、このためのバブルソートを実施している。例えば、第2ブロックでは、コードの順序は1, 2, 3, 4, 5, 8, 9, 14となっているが、一方、これらの部門の投入額の合計は161, 207, 778, 132, 321, 0, 303, 609となっている。したがって投入額の順に並び替えをすると、序列は3 14 5 9 2 1 4 8となる。以上のようなバブルソートを、ブロックごとに適用した結果として、産業連関表における望ましい部門コードの序列のパターンは次

のようになる。

24 3 14 5 9 2 1 4 8 16 18 15 7 17 12 11 10 19 20 13 6 23 22 21

(4) 初期配置に基づく産業連関表の再編成

上に述べたように部門コードの初期配置が求められるので、これにしたがって入力された産業連関表を再編成する、すなわち部門コードの望ましい配置にするように、行と列を入れ換える必要がある。この操作を行列操作と見ることもできるが、行列の要素から見た場合には、要素ごとに配置を変えることであると言える。例えば、部門コードの入れ替えを指示する配列 $ishift$ の第3要素が $ishift(3)=14$ であるとする、最初の産業連関表における第3番目には部門コード14がくるべきであることを指示している、表 X の要素 $X(i,j)$ の行番号 i を、14から3へと移動すればよい。同様のことを、列番号 j についても行う。しかし、これを同じ表で実施するとデータが破壊されてしまうので、もとの表を2次元配列 $xold$ とし、この移動を行った先の表として2次元配列 $xnew$ を準備しておき、この表 $xnew$ への移動を行う。プログラムでは、次のように書かれている。

$$xnew(i,j)=xold(ishift(i),ishift(j))$$

なお、それぞれのステップにおいては、あくまでも表 $xold$ が対象となるので、このような移動を行ったあとには、再度表 $xnew$ から表 $xold$ へのデータの単純な移動を行っておく必要がある。

$$xnew(i,j)=xold(i,j)$$

このような置換の操作を行列の要素について行う操作は、プログラムの本体でも用いている。

(5) 集合 I, J の構成

産業連関表の三角化の方法は、すでに述べた部分序列の集合である I と J との最適な組み合わせを、総当り的にも求めることにある。プログラムでは、この操作を極めて単純化し、集合 I, J を生成するもとなる添え字 i, j, k を可能な範囲で動かして、置換となる可能性のあるケースを生成している。

iset:集合 I を格納する1次元配列

jset:集合 J を格納する1次元配列

このような置換の候補となるかどうかは、計算する λ_{IJ} が正であるかどうかで判断するために集合 I, J を用いて、産業連関表の要素を取り出す操作と、 $X(i,j)$ と $X(j,i)$ との差を計算する処理を行っている。

$$sram=sram+xold(idx,jdx)-xold(jdx,idx)$$

もしこの数値が正であれば、置換の候補であるので、このときの λ_{IJ} の値を配列 ram に、望ましい序列を2次元配列 $istring$ に格納する。これらの候補を数えあがるために、カウント ict を用いている。

なお、この段階で置換の候補に対応する序列を求める必要があるが、これには集合の前までは番号1から $i-1$ までを配列 $istring$ に移動し、このあとに集合 J のデータを、次に集合 I のデータをもって来る。最後に、もしこの集合 J の後ろに、更に序列番号が残っていれば、この番号をそのまま配列 $istring$ に移動する。この場合、添え字の加算と減算をして、式をやや簡単化できるが、ここでは分かりやすくするため、カウンタ iu を番号の移動に合わせて1つずつ進める方法を用いている。

(6) 最も大きな λ_{IJ} となる置換を採用する

以上の操作により、適用可能な置換のグループが得られるので、この中から λ_{IJ} の値が最高となる置換を選択する。具体的には、配列 ram の値の中で最高となる番号 ifind を決定し、この番号をもとに、2次元配列 istring から望ましい序列を ishift へと移動しておく。これにより、現在のステップで適用すべき序列の入れ替えが配列 ishift に入っているの、これにしたがって、前のステップまで引き継がれた産業連関表の再編成を行う。

このようなステップを、対角線左下要素の総和の数値が満足大きくなったと判断できるまで繰り返す。

3 アジア国際産業連関表の三角化分析

3.1 三角化により得られる表の分析

以下では、産業連関表について三角化を実施した結果として得られる新しい表を分析する方法について簡単に述べておく。その前に、産業連関表として投入係数表を使用するか取引額表かについて述べておく。産業連関表における三角化分析の対象には、投入係数表を用いる方法と取引額表を用いる方法の2つが可能である。それぞれの分析結果は、別の意味をもっていることが予想される。しかしながらこれらの表を別々に三角化すると、最適な解が得られるステップ数が異なる場合が多くなる問題がある。例えば2000年の日本の産業連関表について、投入係数と取引額との2つについて三角化を実施した例が知られている。この例においては、プログラムの性格上、主対角線から下の要素の比率が最大となる組み換えは複数個存在する。例えば、2000年表の投入産出表について主対角線より下に88.6%の取引が集まるように再編成した結果、その結果は1つではなく61通りが得られている。同様に取引額表を用いて三角化を行った場合においても、複数個の三角化の候補が得られ、主対角線より下に85.4%の取引が集まるように再編成した結果、その結果は1つではなく22通りが得られている。これは1つの国の産業連関表について三角化を行った場合の結果であるが、それぞれの国の産業連関表の三角化の過程は当然異なっているので、最適な解が得られるまでのステップ数も違っている。

このように最適化までのプロセスが異なっていることは、各国の産業連関表の三角化の比較分析をする場合には都合が悪い。そこでよく用いられる方法は、それぞれの国の産業連関表の三角化において、最初に得られた解により比較分析する方法がある。この手順は投入係数表と取引額表のどちらにも適用されるので、あいまいさが無くなる。このようなことを考慮して、本書では、それぞれの国の産業連関表を三角化する過程で、最初に得られる結果を用いることにする。

産業連関表を三角化した結果の表について、分析する事項としては、(1) ハイアラーキー性の上位と下位、(2) ブロックの形成、(3) ブロック内のハイアラーキー性、(4) 異なる表の間の順位相関がある。

3.2 アジア国際産業連関表と産業コード

三角化により得られる再編成された産業連関表を用いて、更にそれぞれの部門の間に見られる相互関係を見出してみる。最初に、アジア国際産業連関表と産業コードの関係について述べておく。

本論文では、次に示すアジア経済研究所が提供する産業連関表を用いている。

アジア国際産業連関表 2000 年 第 2 巻：データ編

Asian International Input-Output Table 2000 Volume2.Data)

アジア経済研究所編 2006 年発行,CD-ROM,1995 年表および 2000 年表アジア経済研究所から提供されているアジア国際産業連関表は、もとの 1995 年表と 2000 年表について 75 個の産業部門が定義されているが、以下の議論では、これらのいくつかを適切に集約して、それぞれ 52 部門となるように調整している。表 1 には、これらの 52 部門の産業のコードを示している。表では C として示している欄が、産業コードである。また表 2 には、あとの議論で必要となる、多国間の産業連関分析のために 52 部門をさらに 24 部門を集約する場合に用いる対応表を示している。

表 1 産業分類コード

C	1995 年	C	2000 年
1	Paddy	1	Paddy
2	Other agricultural products	2	Other agricultural products
3	Livestock and poultry	3	Livestock and poultry
4	Forestry	4	Forestry
5	Fishery	5	Fishery
6	Crude petroleum and natural gas	6	Crude petroleum and natural gas
7	Other mining	7	Other mining
8	Food, beverage and tobacco	8	Food, beverage and tobacco
9	Other made-up textile products	9	Printing and publishing
10	Leather and leather products	10	Timber and wooden products
11	Timber	11	Pulp, paper and printing
12	Wooden furniture	12	Chemical fertilizers and pesticides
13	Other wooden products	13	Drugs and medicine
14	Pulp and paper	14	Other chemical products
15	Printing and publishing	15	Refined petroleum and its products
16	Synthetic resins and fiber	16	Plastic products
17	Other basic industrial chemicals	17	Tires and tubes
18	Chemical fertilizers and pesticides	18	Cement and cement products
19	Drugs and medicine	19	Glass and glass products
20	Other chemical products	20	Other non-metallic mineral products
21	Refined petroleum and its products	21	Iron and steel
22	Natural rubber	22	Non-ferrous metal
23	Cement and cement products	23	Metal products
24	Glass and glass products	24	Boilers, Engines and turbines
25	Other non-metallic mineral products	25	General machinery
26	Iron and steel	26	Metal working machinery
27	Non-ferrous metal	27	Specialized machinery
28	Metal products	28	Heavy Electrical equipment
29	Agricultural machinery and equipment	29	Television sets, radios, audios and communication equipment
30	Specialized industrial machinery	30	Electronic computing equipment
31	Ordinary industrial machinery	31	Semiconductors and integrated circuits
32	Heavy electric machinery	32	Other electronics and electronic products
33	Engines and turbines	33	Household electrical equipment
34	Electronics and electronic products	34	Lighting fixtures, batteries, wiring and others
35	Other electric machinery and appliance	35	Motor vehicles
36	Motor vehicles	36	Motor cycles
37	Motor vehicles and bicycles	37	Shipbuilding
38	Aircraft	38	Other transport equipment
39	Shipbuilding	39	Precision machines
40	Other transport equipment	40	Electricity and gas
41	Precision machines	41	Water supply
42	Electricity, gas and water supply	42	Building construction
43	Building construction	43	Wholesale and retail trade
44	Other construction	44	Transportation
45	Wholesale and retail trade	45	Telephone and telecommunication
46	Transportation	46	Finance and insurance
47	Telephone and telecommunication	47	Real estate
48	Finance and insurance	48	Education and research
49	Education and research	49	Medical and health service
50	Other services	50	Restraunts
51	Unclassified	51	Hotel
52	Public administration	52	Public administration

表2 アジア国際産業連関表における24セクター分類

コード	部門名	属する1995年表52部門産業コード	属する2000年表52部門産業コード
1	Paddy	1	1
2	Other agricultural products	2	2
3	Livestock and poultry	3	3
4	Forestry	4	4
5	Fishery	5	5
6	Crude petroleum and natural gas	6	6
7	Other mining	7	7
8	Food, beverage and tobacco	8	8
9	Textile, leather and products	9,10	9
10	Timber and wooden products	11,12,13	10
11	Pulp, paper and printing	14,15	11
12	Chemical products	16,17,18,19,20	12,13,14
13	Petroleum and petro products	21	15,16
14	Rubber products	22	17
15	Non-metallic mineral products	23,24,25	18,19,20
16	Metal products	26,27,28	21,22,23
17	Machinery	29,30,31,32,33,34,35	24,25,26,27,28,29,30,31,32,33,34
18	Transport equipment	36,37,38,39,40	35,36,37,38
19	Other manufacturing products	41	39,40
20	Electricity, gas and water supply	42	41
21	Construction	43,44	42
22	Trade and transport	45,46	43,44
23	Services	47,48,49,50,51	45,46,47,48,49,50,51
24	Public administration	52	52

3.3 アジア国際産業連関表の52部門表の三角化と順位相関分析

まず最初に、アジアおよび日米のそれぞれの国における産業連関表(投入係数表および取引額表)を三角化した結果について議論する。表3, 4には、それぞれの国における52部門の産業連関表の投入係数表および取引額表を三角化した結果を、ハイアラーキー性の上位から順にコードを示している。

10カ国における産業のハイアラーキー性の個別の分析を行う前に、国による類似性が存在するかを、順位相関分析の手法を用いて行う。すなわち、三角化の結果として、部門の序列が最初の第1番目から最後の第52番目までできあがるが、この序列には部門のコードが含まれている。これらの序列における部門のコードの並び方に関連性が見られる場合には、2つの国の間において三角化による産業のハイアラーキー性の類似性が見られることになる。同時に、このような類似性が見られる国を、グループ化することにより、分析が類型化できるメリットがある。

すでに10カ国における産業連関表の三角化後の部門の序列が得られているので、統計パッケージなどを用いてスピアマン(Spearman)の順位相関を求めることができる。この結果を、表5, 6にまとめている。表5, 6において、それぞれの欄の上側の数値が相関係数であり、下の数値がこの相関係数を検定するための有意確率である。一般に、国による三角化後の序列の違いが大きいため、有意水準をかなり大きくとらないと相関が存在しないという結果しか得られない。このようなことを考慮して、10%の有意水準をめどとして、三角化後の部門コードの序列に順位相関のあるペアを求める。なお、結果から分かるように、投入係数表の三角化と取引額表の三角化を用いた分析によって得られる結論は、必ずしも同傾向ではないことに注意する必要がある。すなわち、投入係数表の三角化をもとにした分析では、主として国の産業構造の類似性が見出せるが、取引額表の三角化を用いた場合には、産業構造よりは、むしろ部門の相対的な大きな産業構成比が主として検出できることが分かる。

表3 各国2000年52部門投入係数表の三角化の結果(部門コードの順位)

順位	China	Indonesia	Japan	Korea	Malaysia	Philippines	Singapore	Taiwan	Thailand	USA
1	15	49	40	33	17	39	10	30	12	49
2	38	25	26	49	10	23	8	37	52	29
3	19	23	38	10	27	49	34	3	32	39
4	25	10	3	27	12	17	24	7	19	33
5	11	2	37	12	8	25	23	27	3	35
6	4	27	29	8	19	9	40	5	36	27
7	20	6	16	42	39	52	29	32	25	5
8	24	43	24	24	49	44	52	26	27	32
9	40	52	10	23	40	11	39	33	5	44
10	35	7	44	9	2	26	7	49	18	26
11	18	39	20	17	20	12	49	40	44	41
12	44	18	23	28	11	10	33	35	13	9
13	36	33	18	41	18	36	19	10	24	7
14	28	17	35	35	36	33	6	14	37	3
15	52	13	30	26	4	21	36	28	7	40
16	20	35	4	39	6	30	31	52	42	24
17	31	38	5	7	52	4	27	13	17	12
18	29	31	17	11	47	38	28	23	39	37
19	3	20	52	19	14	43	20	17	11	19
20	1	16	11	44	28	51	44	19	49	16
21	26	29	34	52	13	5	32	16	8	23
22	50	42	7	13	45	22	16	1	34	8
23	8	15	9	20	46	40	26	29	2	18
24	30	1	25	36	16	20	13	36	26	2
25	12	8	8	14	51	34	9	18	35	11
26	16	30	21	40	35	1	12	11	33	22
27	7	37	19	29	3	32	1	12	41	42
28	51	3	2	50	33	15	30	41	20	31
29	9	19	27	18	15	41	14	25	14	38
30	42	34	1	15	31	18	25	21	16	28
31	10	22	42	30	44	46	15	20	22	14
32	13	47	28	37	1	13	21	47	9	1
33	21	40	15	2	7	2	37	9	6	47
34	47	41	14	32	24	6	22	42	23	6
35	2	51	41	16	32	24	35	48	40	13
36	49	36	51	21	38	50	11	8	51	25
37	22	46	49	51	43	31	3	46	38	15
38	41	44	12	25	42	7	4	6	50	34
39	17	12	39	34	9	42	2	39	15	20
40	6	9	50	22	30	29	18	51	31	21
41	45	21	33	6	5	16	50	44	46	4
42	21	28	46	46	25	27	41	2	21	30
43	33	5	32	47	41	48	17	38	1	48
44	37	50	22	5	26	3	42	22	47	50
45	5	26	13	48	22	37	51	50	10	46
46	27	24	47	1	48	35	46	31	30	36
47	14	32	48	43	23	47	45	34	28	45
48	32	45	6	38	21	45	43	15	48	10
49	34	4	31	4	37	8	48	24	29	52
50	39	48	36	45	34	19	5	43	45	43
51	43	11	45	3	29	28	47	4	43	51
52	48	14	43	31	50	14	38	45	4	17

表4 各国2000年52部門取引額表の三角化の結果(部門コードの順位)

順位	China	Indonesia	Japan	Korea	Malaysia	Philippines	Singapore	Taiwan	Thailand	USA
1	38	23	11	37	34	22	4	38	28	26
2	41	43	20	28	35	7	30	28	15	35
3	20	40	30	5	3	49	43	35	9	40
4	15	37	35	32	42	36	38	15	35	15
5	11	3	41	14	29	6	36	16	24	28
6	18	13	34	26	25	30	51	12	21	52
7	35	5	22	3	16	17	8	5	14	25
8	37	2	31	46	39	20	1	20	16	22
9	2	4	9	9	24	23	16	52	36	27
10	50	44	13	24	32	41	52	19	20	6
11	10	36	24	16	23	34	37	41	2	24
12	39	7	1	22	21	44	35	7	31	50
13	32	14	44	52	7	3	31	34	10	39
14	17	19	39	27	28	28	23	33	8	37
15	34	50	6	4	15	27	17	32	38	4
16	27	49	42	35	27	26	9	9	4	48
17	14	48	49	33	49	24	24	17	47	12
18	29	9	21	42	13	40	25	30	1	1
19	25	12	32	41	11	35	49	27	19	11
20	52	15	18	1	36	2	39	18	41	13
21	7	17	17	13	9	14	15	1	7	18
22	47	34	19	31	41	13	22	42	33	42
23	40	20	8	49	1	29	11	14	52	17
24	24	31	14	25	50	19	48	13	17	36
25	5	33	29	34	44	37	3	23	3	51
26	21	51	12	10	2	15	2	22	44	31
27	31	46	26	50	4	48	7	8	29	32
28	33	18	15	40	6	39	42	11	49	20
29	9	35	48	11	17	16	14	44	34	19
30	8	52	43	18	12	38	19	36	26	44
31	26	26	52	51	33	9	5	6	11	29
32	22	25	25	38	51	12	41	50	18	46
33	30	1	33	21	30	42	33	26	51	30
34	43	11	40	29	38	21	44	31	50	3
35	28	6	46	43	18	52	13	25	12	14
36	4	38	7	12	22	46	40	24	23	2
37	12	42	5	44	10	50	27	48	39	9
38	16	30	28	39	37	11	50	43	46	5
39	36	41	16	15	20	33	12	3	25	43
40	1	24	38	17	19	31	21	21	43	49
41	49	8	23	7	43	8	6	47	5	10
42	19	28	51	19	40	51	47	29	13	8
43	44	16	3	36	31	25	46	46	27	21
44	42	10	27	6	45	18	34	37	40	16
45	3	27	47	30	47	1	18	49	22	33
46	45	32	50	48	52	4	20	51	42	41
47	51	21	10	47	8	10	10	39	30	38
48	46	47	37	2	26	47	28	2	37	45
49	13	29	36	8	14	45	32	4	6	47
50	48	22	4	20	48	32	45	45	48	7
51	23	45	45	23	5	5	29	10	32	34
52	6	39	2	45	46	43	26	40	45	23

投入係数表を用いた場合の結果

投入係数表を三角化した場合の部門コードによる順位相関分析の結果は、次のようになる。カッコの中は両側検定のための確率を示す。

中国とフィリピンとの間に負の相関 (0.008), インドネシアとタイの間に正の相関 (0.045)

韓国と台湾との間に正の相関 (0.052), 日本とフィリピンとの間に正の相関 (0.06)

韓国とシンガポールとの間に負の相関 (0.07), シンガポールと米国との間に正の相関 (0.075)

これらの結果から特徴として、以下のようなことが分かる。

(1) 産業の高度化による共通性と非共通性

韓国と台湾との間、およびシンガポールと米国との間に正の相関が存在するのは、産業の高度化の

レベルが類似していることを反映していると言える。一方では、韓国とシンガポールとの間に負の相関が存在している。シンガポールの産業構造は特化しており、米国に近いものとなっており、むしろ韓国のような幅広い産業分野が存在する国の産業ハイアラキー性とは、逆の関係になっている。

(2) 発展途上の特徴

インドネシアとタイの間に正の相関が存在する一方で、中国とフィリピンとの間に負の相関が存在している。このことは、同じ発展途上の国でありながら、農業を主体とする国と、産業構造が大きく変化し工業化が成し遂げられた国との違いを表している。

(3) 国の規模を超えた類似性

一方、日本とフィリピンとの間に正の相関が存在する理由については直感的には明確ではない。しかし、し国の産業規模を超えた国の産業構造の類似性が存在すると、みなすことができるであろう。

取引額表を用いた場合の結果

次に、取引額表を三角化した場合の部門コードによる順位相関分析の結果は、次のようになる。

マレーシアと台湾の間に正の相関 (0.02)、マレーシアとフィリピンの間に負の相関 (0.06)

中国と日本との間に負の相関 (0.074)、日本とタイとの間に負の相関 (0.11)

シンガポールと米国の間に負の相関 (0.12)、タイと米国の間に負の相関 (0.128)

台湾と米国の間に負の相関 (0.13)、日本と米国の間に正の相関 (0.136)

これらの結果から特徴として、以下のようなことが分かる。

(1) 国の規模と産業の特化

比較的国の規模が小さくて、ある産業に特化している国と、相対的に規模が大きくて広範囲の産業が存在している国とに分類できる可能性が見えてくる。シンガポールと米国の間、韓国とシンガポールとの間に負の相関が存在しており、特にシンガポールと米国の関係については、投入係数表の三角化の結果と反対のものとなっている。同時に、マレーシアと台湾の間に正の相関が存在しており、マレーシアが工業化されたとは言え、台湾のそれには及ばないことを考慮すると、国の規模が関連して産業のハイアラキー性に類似性が見られているものを考えられる。

(2) 工業国とこれ以外

日本と米国の間に正の相関が存在し、タイと米国の間、および日本とタイとの間に負の相関が存在していることは、容易に理解できる。高度な工業国と工業化が進展してはいるが、まだ農業の比重の大きな国との間に産業構造の類似性と、非類似性を見ることができる。しかしながら、一方では、中国と日本との間、マレーシアとフィリピンの間に負の相関があることは、あまり直感的には理解できないが、工業化が高度に達した国と、農業分野を広くかかえている国との違いを表していると考えられる。

(3) 工業国の非類似性

中国と日本との間に負の相関が存在し、台湾と米国の間に負の相関が存在すること、また同時に弱い相関ではあるが日本と米国の間に正の相関が存在することは、同じような工業国でありながら異なる産業構造を有していることを示唆している。特に、農業や第1次産業の比率が小さく海外からの輸入に頼っている日本と、中国との構造の違いが反映されている可能性がある。

以上述べたような順位相関により予備的な考察を実施することは、産業連関表を三角化して、それぞれの国の産業の分析する前処理として有効である。したがって次の節では、これらの国のグループ化をもとに議論を行っていく。

表5 2000年投入係数表による各国52部門三角化の結果と順位相関

	中国	インドネシア	日本	韓国	マレーシア	フィリピン	シンガポール	台湾	タイ	米国
中国	0.03838	-0.14809	-0.04837	0.12555	-0.36162	0.02450	-0.03146	0.07983	0.00256	
インドネシア	0.7871	0.2948	0.7335	0.3752	0.0084	0.8631	0.8248	0.5737	0.9856	
日本		-0.12388	0.01784	0.07300	-0.20601	0.02732	-0.06318	0.27824	0.07180	
韓国		0.3816	0.9001	0.6071	0.1429	0.8475	0.6564	0.0458	0.6130	
マレーシア			-0.03953	-0.06873	0.26133	-0.08666	0.14027	-0.00734	0.10578	
フィリピン			0.7808	0.6283	0.0613	0.5413	0.3213	0.9588	0.4555	
シンガポール				-0.09092	0.20661	-0.25203	0.27030	-0.06010	-0.19653	
台湾				0.5215	0.1417	0.0715	0.0526	0.6721	0.1626	
タイ					0.14386	0.03398	-0.15111	0.11867	-0.04516	
米国					0.3089	0.8110	0.2849	0.4021	0.7505	
						-0.09562	-0.00743	0.06710	-0.03142	
						0.5001	0.6364	0.8250	0.8250	
							0.01357	-0.02817	0.24870	
							0.9239	0.8428	0.0754	
								-0.15453	-0.09758	
								0.2740	0.4913	
									-0.06301	
									0.6572	

表6 2000年取引額表による各国52部門三角化の結果と順位相関

	中国	インドネシア	日本	韓国	マレーシア	フィリピン	シンガポール	台湾	タイ	米国
中国	-0.17724	-0.24955	0.08418	0.10424	-0.18817	0.02433	-0.02877	0.16836	-0.11722	
インドネシア	0.2088	0.0744	0.5530	0.4621	0.1816	0.8641	0.8395	0.2328	0.4079	
日本		0.02476	-0.05609	-0.07991	0.16520	-0.07325	-0.06736	0.07837	0.14189	
韓国		0.8617	0.6929	0.5733	0.2418	0.6058	0.6352	0.5808	0.3157	
マレーシア			0.08153	0.12789	-0.16742	-0.06292	-0.10680	-0.21873	0.20917	
フィリピン			0.5656	0.3662	0.2355	0.6577	0.4511	0.1193	0.1367	
シンガポール				0.04679	-0.02647	-0.11645	0.13327	0.01716	0.00222	
台湾				0.7419	0.8523	0.4110	0.3463	0.9039	0.9875	
タイ					0.25937	0.18569	0.32041	0.06745	-0.06027	
米国					0.0633	0.1875	0.0206	0.6347	0.6712	
						0.18928	-0.20473	-0.03321	-0.08256	
						0.1790	0.1454	0.8152	0.5607	
							0.08614	0.13481	-0.21719	
							0.5437	0.3407	0.1219	
								0.13028	-0.21096	
								0.3573	0.1333	
									-0.21378	
									0.1281	

3.4 各国の52部門表の三角化分析

以上のような準備のもとで、以下ではそれぞれの国の52部門表の三角化分析を行う。なお、取引額表を用いても投入係数表を用いても、基本的には分析の方法は同じであるので、以下ではこれまでの議論で明らかのように、産業の間の連関をより表現する、投入係数表を用いて分析を行う。

更に、個別の国の表を詳細に分析することも可能であるが、産業部門が52に制約されているため分析には限界があることや、各国の比較分析に重点を置いているので、以下ではハイアラーキー性におけるブロック形成だけに注目して結果を示す。すなわち、工業国である場合に理想的なケースとしてハイアラーキー性が見られ、これらの産業部門のブロックが形成されることが知られている。したがって、このような理想的なブロック形成にどれだけ近いのか、逆に言えばどれだけ離れているかを測定する。

方法論として、ハイアラーキー性の中の5つのブロックを仮定し、それぞれの国の投入係数表を三角化した結果と、このブロックの表リストを照合し、産業部門が一致する場合の部門の数値を抽

出していく。ただし以下では簡単化のため、エネルギーブロックと民間サービスブロックを1つに統一している。

表7には、2000年投入係数表の三角化を用いた部門のブロックへの分類可能性を示している。具体的には、それぞれの国における投入係数表の三角化のあとのデータに対して、機械的に上位から5分割を行い、これらに含まれる部門コードが、理想的なブロック形成における部門コードに等しい場合にのみ、そのコードを掲載している。ただし、ブロックの境界を厳密にとると、わずかの違いによる差異も広い誤差となるので、ブロックの境界での前後の3部門の範囲でのコードの上下移動は、許容すると仮定する。このコードの数が多いほど、理想的なブロック形成に近いことになる。

表7の結果から分かるように、理想的なブロック配置と一致する部門コードの数は、シンガポールにおいて最大値24個、マレーシアで最小17個、平均して約20個である。これらの数値には多少のばらつきはあるが、すべての国において約半数の部門コードが、理想的なブロック配置と一致している。このことは、先進従来工業国におけるブロック配置と一致する国がほとんどであり、いまやアジア諸国は、程度の差はあれ工業化のプロセスを経てきていることが分かる。

表7 2000年投入係数表の三角化を用いた部門のブロックへの分類可能性

	公共サービス	第1非金属	金属	第2非金属	エネルギー・民間サービス
理想的ケース	52 48 49	1 3 4 5 7 8 17 18 19	20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30 31 32 33 34 35 36 37 38 39	2 9 10 11 12 13 14 15 16	6 40 41 42 43 44 45 46 47 50 51
中国		19 4 18	35 36 28 20 31 29 26 30 21	9 10 13 2	41 6 45 43
インドネシア	49	7 18 17	39 33 35 38 31 20 29 30 37 34 22	12 9	44 50 45
日本		3 18	20 23 35 30 34 25 21 27 28	15 14 12	50 46 47 6 45 43
韓国	49	8 17	23 28 35 26 39 20 36 29 30 37 32	15 2 16	6 46 47 43 45
マレーシア		8 19 18 4	20 36 28 35 33 31 24 32	15 9	42 41 50
フィリピン	49	17	26 36 33 21 30 38 22 20 34 32 24	13 2 16	42 47 45
シンガポール		8 7 19	39 33 36 31 27 28 20 32 26 30 25 21 37 22 35	14 15 11 2	50 41 42 51 46 45 43 47
台湾		3 7 5	33 35 28 23 29 36 25 21 20	9 2	6 51 44 50 43 45
タイ	52	19 3 5 18 7	24 37 39 34 26 35 33 20 22 23	14 16 9 15	50 46 47 45 43
米国	49	5 7 3	26 24 37 23 22 31 38 28	14 13 15	50 46 45 43 51

4 複数の国の産業連関表を統合した表の三角化

4.1 3カ国の間でのハイラーキー性分析

次に、アジア国際産業連関表の三角化を用いたハイラーキー性分析の最後の分析として、アジア国際産業連関表の特性を生かして、国の内外を区別しない産業の部門のハイラーキー性の分析を行う。これまでの議論においては、1つの国の産業の間のハイラーキー性を分析し、ブロックの形成などの分析の重点をおいてきた。しかし、実際には、アジア各国の経済交流や産業の連係は進んでおり、これを分析するには、複数の国を1つの表にまとめた産業連関表を作成し、この求めた表について三角化をほどこす方法が有効である。

ただし、現実的な問題として、10カ国の産業連関表を1つにまとめることで極めて大きな表ができあがり、分析結果の見通しが悪くなる。すなわち、日米およびアジア各国をすべて含む大規模な国際産業連関表を、直接的に三角化しても、鮮明な分析結果は期待できないと思われる。こと、また、表の大きさに比例して、三角化の計算時間と最適解の判断が難しくなる問題がある。このようなことを考慮して、以下の分析では、適当に選択した3つの国の産業連関表を1つにまとめること、および用いる部門数を24部門のレベルに制限している。これにより、分析の精度はやや粗くなる問題はあるが、国との産業連関構造は見やすくなる。

したがって、以下では任意に選んだ3つの国について、拡大された産業連関表(投入係数表)を作成し、これを国を区別することなく三角化する。具体的には、次のような組み合わせについて24部門表を統合し、三角化を実施している。それぞれの目的の概要についても述べておく。

日米と韓国:先進工業国の間での産業の位置

日米とタイ:先進工業国とこれらの国からの製造業の移転先の国との位置

日米と中国:先進工業国と急速に経済成長と生産拡大が進む国との関係

3つの国の間の投入係数表の三角化については、1995年表と2000年表について行っている。このように2つの表について分析を行っている。表2.9, 2.10に分析の結果をまとめている。表には、これらの3つのケースについての統合された産業連関表を三角化したあとの各国の産業の間でのハイラーキー性について、上位からの順位にしたがって部門コードを示している。1995年表と2000年表とによる分析の結果の相違から最近にいたるアジア国際産業連関の特徴を見出すことができると考えられるので、以下では最初に1995年表の分析を述べ、次にこれと対比する形で2000年表の分析を述べる。

1995年表の特徴

(1) ハイラーキー性の下位には日米の産業がある

日米と韓国, 日米とタイ, 日米と中国といった、現在のアジアにおける産業構造を分析する場合に組み合わせとして典型的とも言えるこれらの3つの組み合わせのすべてにおいて、ハイラーキー性の下位には日米の産業があることが、これらの表から分かる、またその構成比率も、下位から3分の1以上から半分程度を占めている。このように、ハイラーキーの下位には、ほとんど日米の産業が入っており、各国の産業の産出物の多くが、初期的に日米から供給され財をもとに生産物生産として実現されていることが分かる。ただし、産業コードの順序にはあまり規則性は見られないことも指摘でき、これ以上の分析には、更に細かな産業コードの使用と表の拡大が必要であろう。

表 8 1995年,2000年3カ国間表の三角化による産業ハイアラキー性分析

1995年			2000年		
日米韓	日米タイ	日米中	日米韓	日米タイ	日米中
韓 24	タイ 21	日 5	米 1	日 2	米 8
韓 21	米 15	日 6	米 4	タイ 3	米 18
韓 15	米 3	日 24	韓 4	米 8	日 24
韓 3	タイ 10	中 24	韓 3	日 12	日 14
韓 4	タイ 3	日 10	米 18	米 14	米 4
韓 5	タイ 5	日 4	韓 8	タイ 14	日 5
韓 10	タイ 4	日 3	米 2	日 11	米 16
韓 14	タイ 14	日 15	米 20	日 8	中 8
韓 7	タイ 15	米 3	米 15	米 7	中 4
韓 8	日 3	日 7	米 14	日 5	日 18
韓 9	米 10	日 8	韓 14	タイ 9	中 24
韓 18	日 5	中 5	韓 12	日 3	日 3
韓 19	日 6	米 14	日 9	タイ 18	米 24
韓 17	日 7	米 15	日 24	日 18	日 9
日 21	日 8	日 14	韓 1	日 16	日 4
日 10	タイ 24	日 1	日 8	タイ 10	米 7
日 24	タイ 19	米 5	米 16	日 13	中 16
日 15	日 1	中 21	米 24	タイ 17	日 15
韓 2	日 2	中 4	韓 11	タイ 15	日 2
韓 16	タイ 7	中 14	日 13	米 16	米 12
米 10	タイ 8	中 13	米 11	米 18	米 17
韓 1	タイ 2	中 8	米 8	米 2	中 15
米 14	タイ 1	中 10	日 5	タイ 19	中 9
韓 11	タイ 18	中 11	韓 15	日 19	米 15
韓 12	タイ 16	中 6	日 18	米 10	日 7
日 3	日 10	中 7	韓 9	米 19	日 1
韓 22	米 24	日 11	米 12	米 11	中 14
韓 6	タイ 12	米 24	米 7	タイ 4	米 19
米 3	タイ 9	日 2	米 10	日 14	米 11
米 4	タイ 11	中 15	韓 18	米 15	米 3
米 5	タイ 20	中 18	日 10	日 10	中 11
米 1	タイ 6	中 20	韓 17	タイ 22	中 7
日 4	米 5	日 9	韓 16	タイ 16	米 2
日 5	米 8	米 1	米 5	米 5	日 23
日 6	タイ 17	日 18	韓 5	米 3	中 12
日 7	米 18	中 3	日 17	米 6	日 12
日 8	タイ 22	米 10	日 2	日 20	日 10
韓 20	日 9	中 19	米 3	タイ 24	米 1
日 1	日 17	米 4	日 1	日 17	日 11
日 2	米 17	中 1	日 12	米 17	中 19
韓 13	米 14	中 9	韓 20	日 15	米 6
日 24	米 1	米 7	米 13	タイ 11	中 17
日 18	日 4	米 8	日 4	日 9	米 9
米 13	米 9	米 9	日 7	日 7	中 5
米 18	タイ 13	日 19	日 19	米 22	中 10
米 8	米 19	中 2	日 16	タイ 23	米 13
米 9	日 24	米 2	韓 13	タイ 13	日 8
米 2	米 2	中 23	米 19	日 6	米 5
日 14	タイ 23	日 12	日 6	米 20	中 20
米 15	米 11	中 12	米 17	日 23	日 13
韓 23	日 18	米 13	韓 23	米 12	米 10
日 9	米 4	中 17	日 21	日 22	中 6
米 19	米 12	米 18	韓 7	米 9	日 17
日 19	米 20	日 20	日 15	米 23	中 23
日 17	米 7	米 19	日 14	米 24	中 3
米 16	米 13	米 11	日 20	米 13	米 20
米 11	日 19	日 21	韓 2	日 4	中 2
米 7	日 14	日 13	米 22	日 1	日 22
米 12	米 6	米 12	韓 19	日 24	日 20
米 20	米 16	中 16	韓 6	タイ 5	日 6
米 6	米 21	米 17	日 22	タイ 21	米 23
米 21	日 11	日 17	米 23	米 1	米 14
米 17	日 21	米 20	米 21	タイ 7	中 18
日 16	日 15	米 6	日 3	タイ 6	中 1
日 20	日 16	米 21	韓 22	タイ 2	中 21
日 11	日 12	日 16	米 6	米 21	中 13
日 12	日 20	米 16	日 11	タイ 8	中 22
日 13	日 13	米 22	韓 21	タイ 12	米 22
米 22	日 22	中 22	韓 10	米 4	日 19
日 22	米 22	日 22	米 9	日 21	日 21
日 23	米 23	日 23	韓 24	タイ 1	米 21
米 23	日 23	米 23	日 23	タイ 20	日 16

(2) ハイアラキーの上位には韓国とタイの産業

日米とタイの組み合わせのケースにおいては、ハイアラキーの上位にはタイの産業が配置されている。この最上位からやや離れた位置にも、タイの産業が配置されている。同様に、日米と韓国の組み合わせにおいても、このように、ハイアラキーの上位には韓国の産業があり、日米とタイの組み合わせのケースより明確である。このように、韓国やタイにおいては、自国の財による供給を基本的なパターンとして、これを用いた最終的な財を生産する産業構造が見られることが指摘できるであろう。

(3) ハイアラキーの中位には中国の産業

日米と中国の組み合わせのケースにおいては、ハイアラーキーの中位には日米と中国の産業が同じような割合で配置されているが、ハイアラーキーの中位には、中国の産業が配置され明確なパターンをなしている。すでに述べたように、この組み合わせにおいても、ハイアラーキー性の下位には日米の産業があるので、ハイアラーキーの中位には中国の産業があることは、中国の産業が日米の産業からより直接的に初期財の供給を受けながら、最終的な財を生産する連係関係が見出せることを意味している。

2000年表での変化

1995年表で見られた「ハイアラーキー性の下位には日米の産業がある」といった特徴は、2000年では急速に小さくなっており下位部門にも日米以外の国の産業が現れている。韓国、中国、タイを含むすべての投入係数表において、下位に韓国、中国、タイの産業部門が現れている。特にタイについては、この傾向が顕著である。このことは、これらの国において、日米への中間財の供給という産業のパターンから、それぞれの国の独自の生産物への初期的な財の流れに移行していることを意味している。

次に2番目の1995年表に見られた「ハイアラーキーの上位には韓国とタイの産業がくる」という特徴も、それほど顕著なものではなくなっている。ハイアラーキー性の上位約1/3を見た場合に、日米韓および日米タイの表においては、3つの国の部門はほぼ同数であり、特定の国の部門が配置されているようには見えない。また、日米中の表においても、上位約1/3を見た場合に、日米の部門が相対的に大きいですが、1995年表ほどの明確な日米と中国との部門数の違いは見られない。このことは、基本となる財の供給においても、従来の日米の財の支援を受けて生産が行われる構造から、それぞれの国における基本財をスタートとする産業の連関が形成されていることを示している。

第3番目の1995年表に見られる「ハイアラーキーの中位には中国の産業が見られる」という特徴も、2000年表においては顕著なものではなくなっている。日米中の2000年表においては、中国の産業部門はむしろ中位から下位にかけて現れており、いわゆる初期財に近い形で中国で生産および中間財としての供給が行われるケースが増えていることを意味している。すなわち、1995年表に見られたような、中間財を生産する中国産業の姿から、最終財へと結実するパターンを中国で形成する形態へと移行してきている。

以上のような3つの表に共通する特徴を分析したあとに、それぞれの表から見られる国の産業間に見られる連関を分析する。まず1995年表の特徴を整理しておく。

1995年表の特徴

(1) 日米と韓国

日米と韓国の関係を産業のハイアラーキー性から見た場合には、中国とタイと日米との関係に極めて類似している点として、ハイアラーキー性の下位にはほとんど日米の部門しか配置されていないことがある。ハイアラーキー性の中間から最下位までの部門の中で、韓国の産業部門として配置されているのは、民間サービス、電気ガス、石油製品しかない。これを逆の関係としてみると、日米のほとんどの産業部門はハイアラーキー性の中位から下位に配置されているため、ハイアラーキー性の上位には現れないことになる。この配置のパターンは、極めて特徴的である。すなわち、産業の中間投入あるいは産業の基盤となるものは日米から供給され、これのもとになる韓国の最終財としてハイアラーキー性の上位における生産がなされている。

ハイアラーキー性の上位にある韓国の産業部門には、公務と建設が最上位にあり、農業、林業、漁

業などの第1次産業がついで配置されている。しかしこれらは最終財であるので、韓国だけで消費される財となっている。このあとに食品、繊維、家具および機械、輸送機械、その他製造業がある。これより下の中位には、金属製品、化学製品、紙パルプ、貿易などが配置され、中間財生産を代表するものとなっている。中位の範囲にカバーされるこれらの部門は、同時に、韓国の有力な輸出製品でもあり、海外の中間財を投入して、最終的な輸出財を生産する構造が観察される。これらの3つの国はいずれも先進工業国であり、その依存関係も定着化する傾向にあると思われる。

(2) 日米とタイ

日米とタイとの間の産業のハイアラキー性については、その下位にはほとんど日米の産業だけが配置されている特徴がある。すなわち、日米の先進工業国とこれらの国からの製造業の移転先であるタイとの関係においては、初期財となる製品の多くを、日米の産業が供給していることが分かる。このような部門の主なものは、日米の民間サービス、貿易、建設、非金属製品、金属製品、日本の輸送機械である。

一方、ハイアラキーの上位から中位にかけては、タイの産業部門の多くが配置されており、これらの主なものは農業、鉱石、食品、金属製品、輸送機械、化学製品である。このようにハイアラキーの上位から中位にかけて自国の産業が配置されてる例として、後で述べる日米と中国との間における中国の産業に見られる。このことは、これらの産業が他部門からの財の供給を受けながら、更に上位の部門への供給を行っていること、他の国を含めて製造業の大きな中間的な生産拠点になっていることを反映している。

最上位に位置する部門にもタイの産業部門があり、建設業、林業、漁業、皮革、非金属製品などがある。これらは最終財であるので、タイだけで消費される財となっている。ハイアラキーの相対的に上位にある日本の産業としては、原油、食品、農業、漁業などがあり、食料を中心として最終的な消費財として輸入されていることを反映している。

(3) 日米と中国

これらの国においてはハイアラキーの下位に、日米の民間サービス、貿易、金属製品、機械と並んで、中国の貿易、金属製品があり、日米だけではなく、中国の産業も初期財の供給産業としての部分を構成しはじめていることが分かる。一方ハイアラキーの上位には、日本の農林業、漁業、原油、天然ガス、食品および公務が大きな部分を占めている。これ以外は少数であり、中国の公務、米国の畜産、皮革、非金属製品などがある。すなわち、これらの産業の財は、最終財として多くが日本に供給されていることが分かる。

このほかに、ハイアラキーの上位から中位にかけては、多くの中国の部門が配置されており、食品、石油精製、鉱石、繊維、家具、非金属製品、木材パルプ、輸送機械などの幅広い分野の部門が配置されている。このことは、これらの産業が他部門からの財の供給を受けながら、更に上位の部門への供給を行っていること、他の国を含めて製造業の大きな中間的な生産拠点になっていることを反映している。

2000年表における変化

第1番目の1995年表における「日米と韓国」表で特徴的であったハイアラキー性の上位に韓国の産業部門が集中する傾向は、2000年表では小さくなっている。むしろ韓国の産業部門は、ハイアラキー性のどの場所においても均等に出現しており、中間財を生産する産業としての特徴が見られる。1995年表との比較で言えば、上位にあった農業、林業、漁業などの第1次産業の位置は変わら

ないが建設は最下位(三角化の結果としては自然である)へ移行している。1995年表においては中位にあった金属製品、化学製品、紙パルプなどは、2000年表においても中位に配置されており、年代的な変化をあまり受けない中堅的な産業として存在することが分かる。

次に日米とタイの表については、大きな変化が見られる。1995年表においては日米とタイとの間の産業のハイアラーキー性については、その下位にはほとんど日米の産業だけが配置されている特徴があるが2000年表では逆に下位には多くのタイの産業部門が配置されている。しかしこれらの多くは第1次産業であり、1995年表で中位にあった食品、金属製品、輸送機械化学製品は同じような中位に位置するか、下位へと移動しており、タイにおける中堅的な産業を形成していることが分かる。このように1995年表においては、自国消費を前提とする最終財を供給するパターンが特徴的であったが、2000年表においては、中間的な産業としてタイの産業が配置されてきていることが分かる。

第3番目の日米と中国との表については、1995年表においてはハイアラーキー性の上位には日米の産業が多数存在している一方で、中位に多くの中国産業が配置されていたが、2000年表においても上位は日米の産業が多い傾向は同じであるが、中国産業の多くが中位から下位にかけて多数存在するように、変化が見られる。このことは、中国の産業がより多くの最終財を直接生産する体制へと変化していることを意味している。1995年表でハイアラーキー性の中位にあった、鉱石、繊維、家具、非金属製品、木材パルプ、輸送機械などの部門は2000年表においても同様に中位に配置されており、中堅的な産業を形成していると言える。

ブロックの形成と日米

これまでは国の産業の違いに注目して分析を行ったが、ハイアラーキー性における産業のブロック形成の視点から分析してみる。すなわち、3つの国の産業が、同じ部門に関しては密接に関連していると仮定すると、同じ部門コードが集中するブロックが見出せるはずである。話を簡単にするために、以下では、2000年表について序列を上位、中位、下位の3区分した場合のみ分析する。この結果、以下のようなことが分かる。

(1) 下位にはサービス、建設、貿易などが配置される

ハイアラーキー性の下位には、それぞれの国の投入係数表の三角化の結果と同様に、上の述べた3つの表の三角化においても、下位にはサービス、建設、貿易、電気ガスが配置されている。下位のブロックに含まれない例外としては、日米中表における日本のサービス(中位にある)、日米タイにおける米国貿易(中位にある)、日本の電気ガス(中位にある)、タイの貿易(中位にある)、日米韓表における米国の電気ガス(上位にある)がある。しかし、これらの部門の海外における性格を考慮すると、ほぼ基礎的なブロックを形成しているとみなせるであろう。

(2) 上位には第1次産業製品などブロックは明確ではない

一般にハイアラーキー性の上位には、公務および非金属ブロックのなかの農業や漁業などの第1次産業の産出物が配置される。3つの表の上位における公務の配置を見ると、日米中の表では、すべての国の公務が上位にあるが、日米韓の表においては韓国の公務が下位ブロックに配置され、日米タイでは中位および下位に配置されるなど理論どおりではない。これは、海外の国との間における公務の位置づけが明確ではないことを反映していると思われる。一方、農業や漁業などの第1次産業の産出物についても、これらは海外に移転されることなく、一般には自国で消費されるため、ハイアラーキー性の上位に配置されることが多い。また、原料なども初期の消費財として投入されるの

で上位に配置される。しかし、3つの表においてもこれらのブロック形成は明確には確認できない。食品、織物についても各国ともに、上位あるいは中位に配置されているが、ブロックを形成するほどの明確さではない。これらのことから、自国で消費される産出物を、3カ国など多国間の投入係数表を三角化してブロックを見出すことは、あまり意味のないことであると言えるであろう。

(3) 金属ブロックの形成

第1次産業の産出物のブロック形成が明確ないのに対して、上位から中位にかけて形成される金属ブロック(金属製品、非鉄金属、一般機械、輸送機械、その他製造機械)は確認することができる。すなわち、一部の国のこれらの部門が欠けている場合もあるが、日米中、日米タイ、日米韓の3つの表のすべてにおいて、金属ブロックが上位から中位にかけて形成されている。したがって、国際的な企業の連関の中で、金属ブロックがハイアラキー性の中核的な部分を形成し、産業を支えていることが分かる。

(4) 中位には製造業などが配置される

同様にハイアラキー性の中位において第2非金属ブロックに属する産業部門(化学製品、パルプ、印刷)が配置されていることも確認できる。しかしながら、もともとこれらの産業部門のコードは3つ程度であり、ブロックを明確に抽出するほどの塊にはなっていない。

(5) 製造業で上位に属する産業部門

製造業の中でもハイアラキー性の上位に属するものは、海外の産業部門も含めて、多くの産業の産出物を中間投入として最終的な財を生産するので、国際的な関係の上になりたっていると考えられる。このような産業分野としては、日米中表では、日本の産業部門である輸送機械、中国の産業部門である食品、米国の産業部門である金属製品、輸送機械がある。日米タイ表においては、日本の産業部門であるパルプ出版、金属製品、輸送機械、米国の産業部門である食品、タイの産業部門である織物製品がある。日米韓表においては、日本の産業部門である織物製品、食品、米国の産業部門である輸送機械、非鉄金属製品、韓国の産業部門である食品、化学製品あげられる。

5 むすび

本論文では、アジア国際産業連関表によるアジア地域の経済分析の1つの手法として、産業連関表の三角化によるハイアラキー性分析を行った。実際に産業連関表の三角化を実施するための手法について述べ、コルテラの産業連関表の三角化の方法を用い、Fortranプログラムの説明を行った。具体的な三角化実施においてはまず最初に、10カ国におけ各国の52部門表の三角化分析を行い、この結果をまとめる上でそれぞれの国における産業部門のハイアラキー性における順位に相関があるかを、スピアマンの順位相関を用いて調べた。さらに、この分析結果をもとにしてハイアラキー性を仮定した場合の先進工業国における理想的な配置をブロックとして定義し、このケースとの一致度を計算して分析した。最後に、各国の産業部門を52部門から24部門に集約した上で、抽出した3カ国の間での産業のハイアラキー性分析を実施し、国をこえた産業のハイアラキー性の分析を示し特に、1995年表から2000年表にいたる過程での変化、ハイアラキー性の上位にある製造業の特徴抽出などを行った。

今後の課題として、さらに詳細なハイアラキー性の分析や、時系列的な解析への発展などがあり、今後検討を進めていく予定である。

参考文献

- [1] W.W.Leontief, The Structure of American Economy, 1919-1939, An Empirical Application of Equilibrium Analysis, 2nd edition, Oxford University Press, New York, 1951. (邦訳:山田勇・家本秀太郎『アメリカの経済構造-産業連関分析の理論と実際』, 東洋経済新報社, 1959年)
- [2] W.W.Leontief, The Input-Output Economics, Oxford University Press, New York, 1966. (邦訳:飯田宏『産業連関分析の理論と実際』, 岩波書店, 1969年)
- [3] H.B.Chenery “Process and production functions from engineering data, in W.Leontief et al.ed., Studies in the Structure of the American Economy, pp.297-325, Oxford University Press, New York, 1953.
- [4] H.B.Chenery and T.Watanabe, “Interenational comparison of the structure of production,” *Econometrica*, vol.26,no.4,pp.487-521,1958.
- [5] D.Simpson and J.Tsukui, “The fundamental structure of the input-output tables, An international comparison,” *Review of Economics and Statistics*, vol.47,no.4,pp.434-446,1965.
- [6] E.Helmstadter, “Die Dreiecksform der Input-Output-Matrix und Ihre Maglichen Wandlungen im Wachstumsprozess,” in F.Neumark ed., *Strukturwandlungen einer Wachsenden Wirtschaft (Shriften des Vereins fur Socialpolitik, N.F.,Bd.30 (II))*,pp.1005-1054, Dunker and Humbolt, Berlin, 1964.
- [7] B.Korte and W.Oberhofer, “Zwei Algorithmen zur Losung eines Komplexen Reihenfolgeproblems,” *Unternehmensforschung*,” vol.12,no.4,pp.217-231, 1969.
- [8] B.Korte and W.Oberhofer, “Zur Triangulation von Input-Output-Matrizen, *Jahrbucher fur Nationalokonomie und Statistik*, vol.182,no.4-5, pp.398-433, 1969.
- [9] B.Korte and W.Oberhofer, “Triangularizing input-output matrices and the sturcture of production, *European Economic Review*, vol.1,no.4, pp.482-511, 1970.
- [10] A.R.Bekin, “Approxiante triangulation of matrices in problems of ranking and processing of inter-branch balances,” *Engineering Cybernetics*, vol.19,no.1,pp.13-17,1981.
- [11] L.Tovissi, T.Spircu and AL. Tasnadi, “Economic system structure hierarchization,” *Economic Computation and Economic Cybernetics Studies and Reseach*, vol.13,no.1, pp.45-61, 1978.
- [12] 福井幸男, 産業連関構造分析の研究生産技術とハイアラーキー, 啓文社, 1989.
- [13] 内田陽子, “産業連関表の三角化から捉える産業構造- アジア国際産業連関表への応用, 中村純, 荒川晋也編, 国際産業連関アジア産業連関シリーズ no.62, アジア経済研究所, 2003.

- [14] 時永祥三, “地域経済マクロモデルを用いた情報セクターの計量分析, オフィス・オートメーション vol.12,no.2,pp.1-5,1991.
- [15] 時永祥三, “産業連関分析および均衡モデルを用いた九州地域情報セクターの計量分析,” 浜砂敬朗, 時永祥三編「経済データベースと経済データモデルの分析」(九州大学出版会) 所収,1992.
- [16] 時永祥三, 譚康融電子商取引と情報経済九州大学出版会,2001.
- [17] 時永祥三, 譚康融, “AGEを用いた情報経済分析とその応用,” 日本オペレーションズリサーチ学会 2002 年度春季発表大会予稿,pp.62-63,2002.

```

dimension xold(100,100),xnew(100,100),iset(100),jset(100),
+ram(1000),istring(1000,100),ix(100),ishift(100),
+isold(100),isnew(100),ibnum(10),iblock(10,100)
open(1,file='xtest')
open(2,file='xblock')
open(3,file='rout')
eps=0.0001
n=24
xsum=0.0
do 10 i=1,n
read(1,*) ii,(ix(j),j=1,n)
* write(6,*) ii,(ix(j),j=1,n)
do 12 j=1,n
xold(i,j)=float(ix(j))
xsum=xsum+xold(i,j)
12 continue
10 continue
write(6,*) 'xsum=',xsum
read(2,111) (ibnum(ib),ib=1,6)
* write(6,*) (ibnum(ib),ib=1,6)
111 format(6i4)
do 4 ib=1,6
read(2,118) (iblock(ib,j),j=1,ibnum(ib))
118 format(10i3)
* write(6,*) (iblock(ib,j),j=1,ibnum(ib))
4 continue
call prepro(n,xold,iblock,ibnum,ishift)
write(6,*) 'start',(ishift(ii),ii=1,n)
do 13 i=1,n
isold(i)=ishift(i)
do 14 j=1,n
xnew(i,j)=xold(ishift(i),ishift(j))
14 continue
13 continue
do 15 i=1,n
do 16 j=1,n
xold(i,j)=xnew(i,j)
16 continue
15 continue
* start
do 1000 iter=1,10
ict=0
do 300 i=1,n-1
do 400 j=i+1,n
imemb=j-i
do 500 k=j,n
jmemb=k-j+1
* calculate lambda(I,J)
do 90 kk=i,j-1
iset(kk-i+1)=kk
90 continue
do 91 kk=j,k
jset(kk-j+1)=kk
91 continue
sram=0.0
do 94 ii=1,imemb
idx=iset(ii)

```



```

do 95 jj=1,jmemb
jdx=jset(jj)
sram=sram+(xold(idx,jdx)-xold(jdx,idx))
95 continue
94 continue
if(sram.le.eps) go to 500
* generate new string
ict=ict+1
ram(ict)=sram
iu=0
if(i.ge.2) then
do 140 kk=1,i-1
iu=iu+1
istring(ict,iu)=iu
140 continue
endif
do 142 kk=1,jmemb
iu=iu+1
istring(ict,iu)=jset(kk)
142 continue
do 143 kk=1,imemb
iu=iu+1
istring(ict,iu)=iset(kk)
143 continue
if(k.le.n-1) then
do 144 kk=k,n
iu=iu+1
istring(ict,iu)=iu
144 continue
endif
* write(6,*) i,j,'i',(iset(ii),ii=1,imemb),'j',(jset(ii),ii=1,jmemb)
* write(6,*) (istring(ict,ii),ii=1,n)
500 continue
400 continue
300 continue
*
* write(6,*) (ram(ii),ii=1,ict)
if(ict.eq.0) go to 900
ifind=0
fmax=-1000.0
do 150 kk=1,ict
if(ram(ict).gt.fmax) then
ifind=kk
fmax=ram(kk)
endif
150 continue
write(6,*) ifind,ram(ifind)
do 151 kk=1,n
ishift(kk)=istring(ifind,kk)
151 continue
write(6,*) (ishift(ii),ii=1,n)
do 160 ii=1,n
do 161 kk=1,n
xnew(ishift(ii),ishift(kk))=xold(ii,kk)
161 continue
160 continue
do 163 kk=1,n
isnew(ishift(kk))=isold(kk)
163 continue
do 164 kk=1,n
isold(kk)=isnew(kk)
164 continue
if(ict.eq.0) go to 900
do 190 ii=1,n
do 191 jj=1,n
xold(ii,jj)=xnew(ii,jj)
191 continue
190 continue
xlow=0.0
do 200 ii=1,n
do 201 jj=1,n
if(ii.ge.jj) xlow=xlow+xnew(ii,jj)
201 continue

```

アジア国際産業連関表の三角化によるハイアラーキー性分析

```

200 continue
    write(6,*) iter,xlow
    write(3,*) 'iter=',iter,xlow,'x %=',xlow/xsum*100.0
    write(3,301) (isold(ii),ii=1,n)
301 format(' string',20i3)
1000 continue
900 write(6,*) 'end permutaion'
    write(6,*) 'final',(isold(ii),ii=1,n)
    stop
    end
    subroutine prepro(n,xold,iblock,ibnum,ishift)
    dimension xold(100,100),w(100),idx(100),iblock(10,100),
+ishift(100),ibnum(10)
    ict=0
    do 1000 ib=1,6
    if(ibnum(ib).eq.1) then
    ict=ict+1
    ishift(ict)=iblock(1,1)
    go to 1000
    endif
    do 1 i=1,ibnum(ib)
    vsum=0.0
    do 2 ii=1,n
    vsum=vsum+xold(ii,i)
2    continue
    w(i)=vsum
1    continue
    write(6,*) (w(i),i=1,ibnum(ib))
    kk=0
    do 18 i=1,ibnum(ib)
    idx(i)=iblock(ib,i)
18    continue
    do 10 it=1,1000
    kk=0
    do 11 i=1,ibnum(ib)-1
    s1=w(i)
    s2=w(i+1)
    if(s2.gt.s1) then
    ik=idx(i+1)
    w(i+1)=s1
    idx(i+1)=idx(i)
    w(i)=s2
    idx(i)=ik
    kk=kk+1
    endif
11    continue
    if(kk.eq.0) go to 500
10    continue
500    continue
    write(6,*) (idx(i),i=1,ibnum(ib))
    do 200 i=1,ibnum(ib)
    ict=ict+1
    ishift(ict)=idx(i)
200    continue
1000    continue
    return
    end

```

呂 建軍 [中国農業大学經濟管理学院信息管理与電子商務系 講師]
 時永 祥三 [九州大学大学院經濟学研究院 教授]