

## 第5章

# 世界市場での各国部門別輸出単価指数の決定態様

### — 主成分分析によるアプローチ —

木下宗七

#### はじめに

経済のグローバル化が進展する中で、各国・地域の部門別貿易構造は年々変化しており、とりわけアジア地域で機械系部門を中心として産業内貿易のウエイトが傾向的に高まってきている。そうした貿易構造の変化がどういう要因によってもたらされたかを価格面から実証的に分析する場合、各国の部門別の輸出物価指数がどのように決められるかを明らかにすることが不可欠である。

ところが、これまでのところ、2桁レベルの産業部門分類に対応した貿易価格指数の利用可能性は、主要輸出国でも時系列的に極めて限られている。特に、海外直接投資の増大に対応して、近年輸出入市場での構成比が高まっている電気・電子機械や輸送・精密機械など高付加価値製品の価格指数は、品目分類の変更や基礎となる数量データ収集上の問題もあって、先進諸国でも満足できる状況には必ずしもなっていない。

こうした事情を背景にして、アジア経済研究所の「貿易指数の作成と応用」研究会では、国際比較を念頭に置きながら、標準的な商品・産業分類で各国の貿易金額を時系列的に整備し、それに対応する価格と数量の指数を推計する研究を行っている。

この論文では、このプロジェクトで現在までに推計された主要国の部門別輸出物価指数を用いて、輸出物価の決定様式、特にその時系列変動に見られる共通性と個別性の相対的重要性を統計的に分析し、あわせて、各国の部門別指数の性質や信頼性についての評価も行い、推計作業を改善するための手がかりを得ることを意図している。

#### 1. IDE 研究プロジェクトでの推計の特徴

##### 1.1 商品・産業分類

アジア経済研究所（以下 IDE と略称）では、2002年度以降、「アジア国際産業連関表」の20部門に対応する輸出価格指数の推計を試みてきたが、この20部門分類では、近年各国の貿易でのシェアが高まっている機械各部門が一括されていて、その内訳を把握することが難しかった。そこで、2004年度には、国際標準貿易分類（SITC）の貿易データを用い、木下・山田（1993）の20部門産業分類に基づく2桁レベルで推計を行っている。20部門分類は表1に示されている。

国連貿易統計の標準国際貿易分類（SITC）の貿易データはこれまでに3回の改訂（改訂第1版、同第2版、同第3版）が行われている<sup>（注1）</sup>。

表1 貿易指数の部門分類

番号	部門	番号	部門
1	農林水産業	11	石油石炭製品
2	鉱業	12	窯業土石製品
3	食料品	13	鉄鋼
4	繊維品	14	非鉄金属
5	衣服・身回品	15	金属製品
6	皮革製品	16	一般機械
7	木材木製品・家具	17	電気機械
8	紙パルプ	18	輸送機械
9	ゴム・プラスチック	19	精密機械
10	化学製品	20	その他製造品

(出所) 木下宗七・山田光男共著 [3] の「国別・商品別デフレータの推計と若干の吟味—国連貿易統計による—」にもとづき著者作成。

そこで、それらを同一の分類に変換して時系列的な連続性を確保するように調整を行なう必要がある。現在、SITC 第1版に変換した長期時系列のデータとして利用できるのは、IDE の野田系列と国連が UN Comtrade Database 貿易データ (COMTRADE) として公表している系列がある。以下の分析では、主として、COMTRADE に基づいて推計された時系列を用いることにする<sup>(注2)</sup>。

実際に推計された輸出と輸入の部門別単価指数は、EU18ヶ国、大洋州2ヶ国、北米2カ国、中国、アジア NIEs、アセアンの32ヶ国・地域である。推計期間は原則として1962～2003年である<sup>(注3)</sup>。そのうち、ここで分析対象とするのは、ヨーロッパ8カ国(ドイツ、デンマーク、スペイン、フィンランド、フランス、イタリア、オランダ、イギリス)、アジア5カ国(日本、香港、台湾、韓国、マレーシア)とアメリカの合計14カ国・地域であり、期間としては1980～2002年である。

## 1.2 指数算式の種類

一般に、物価指数の算式としては、個別の価格情報を集計(加重平均)する方法と基準時点の取り方の組合せにより、種々のものがある。

前者については、加重平均の方法として算術平均、調和平均、幾何平均をとるかで、ラスパイレ式、パーシェ式、フィッシャー式に分けられる。また、後者については、基準時点のある1時点に固定する固定基準方式と、基準時点を每期ごとに変更し、前期を基準とする指数を每期ごとに接続していく連鎖指数方式とに分けられる<sup>(注4)</sup>。

固定基準方式とは、基準時点のある1時点に固定したウエイトによるラスパイレ式とパーシェ式、両者の幾何平均であるフィッシャー式を用いるものである。財務省が作成している貿易価格指数と同じ算式である。もう1つの連鎖基準方式では、連鎖ウエイトによるラスパイレ式、パーシェ式、それらの幾何平均であるフィッシャー式を用いるものである。日銀の企業物価指数では、連鎖ウエイトによるラスパイレ指数が参考指数として公表されている。

IDE の実際の推計では、第1段階で、固定基準方式によるラスパイレ指数、パーシェ指数、フィッシャー指数が算出されている。その際、指数の基準年を5年ごとに移動する方式をとり、最後にそれらをリンクして1995年を基準時点とする系列を作成している。

第2段階では、連鎖基準方式によるラスパイレ指数、パーシェ指数、フィッシャー指数が

推計されている。ここでは、ウェイトを年々移動させて対前年比の指数を求め、それらの積として求めた系列を、1995年を基準とする指数に変換している。

以下の分析で用いるのは、連鎖基準方式によるフィッシャー式指数である<sup>(注5)</sup>。

## 2. 輸出物価決定の分析モデル

各国の輸出物価の変動が各国共通の要因や各国個別の要因にどのように依存しているかを分析する場合、2つのアプローチがあげられる。ひとつは、直接的に輸出価格の決定に関わると思われる供給要因と需要要因を選択し、それらを説明変数とする回帰分析を適用するものである。このアプローチでは、供給要因や需要要因の選択で、各国に共通に作用するものとそうでないものをあらかじめ判別しておくことが必要である。

もうひとつは、各国に共通する決定要因と個々の国に特有の要因を潜在変数と考え、それらを各国間の輸出物価系列の相関行列に基づいて推定するものである。いわゆる factor model によるアプローチである。このモデルを用いれば、データの構造から共通的な変動要因の大きさを推定することができる。

factor model に関しては、さらに、各国の輸出物価の変動と共通要因の作用をスタティックに結びつけるものと、両者の間にタイムラグを考慮するダイナミックなモデルに分けることができる<sup>(注6)</sup>。

この論文では、スタティックな factor model を選択し、各国輸出物価決定での共通要因のウェイトがどの程度であるかを、主成分分析を用いて明らかにする。

ところで、世界の輸出市場は表2のように、北米市場、西欧市場、アジア市場の三大市場が85%以上を占められており、各国はこれら三大

市場で競争的に輸出を行っている。そうした事実を考慮すると、各国の輸出価格の決定に共通的に作用する要因としては、すべての市場に共通する世界市場要因というべき要因と3大市場に固有の地域要因の2つを分けることができる。

そこで、以下では、14の部門別輸出市場について、共通要因を2つとする次のような factor model を想定する。

$$PE_k(t) = \beta_{k1}Z_1(t) + \beta_{k2}Z_2(t) + \gamma_k EPE_k(t)$$

ただし、 $PE_k(t)$  は第  $k$  国の輸出物価指数、 $Z_1(t)$  は世界市場での輸出物価を規定する第1共通要因、 $Z_2(t)$  は世界市場での輸出物価を規定する第2共通要因、 $EPE_k(t)$  は個別輸出国の特性に依存する個別輸出物価決定要因、 $\beta_{ki}$  は  $i$  番目の共通要因に関する第  $k$  国の係数、 $\gamma_k$  は個別輸出物価決定要因に関する係数、である。

このモデルは、各国の部門別輸出物価が共通部分と個別部分の2つの部分の和として説明されることを想定するものである。この式の各変数は平均ゼロ、分散1という形で基準化されており、しかも2個の  $Z$  と  $EPE$  が相互に独立であると仮定するので、

$$(\beta_{k1})^2 + (\beta_{k2})^2 + (\gamma_k)^2 = 1$$

という関係が成立する。

これから、もし  $\beta_{ki}$  が測定されれば、その二乗和によって、各国の輸出物価の変動のうちで共通部分によって説明される部分の割合が測られる。実際、もし各国での輸出商品が同質的で、世界市場で競争的に価格が決定されると想定できれば、各国の輸出物価の変動はすべて共通要因に基づくことになるので、 $\gamma_k$  はゼロで、

$$\sum (\beta_{ki})^2 = 1$$

となる。実際には、輸出物価指数は2桁レベルであるので、先進国と途上国で商品構成が異なり、また機械系のような組立部門では部品と完成品が一括されている。さらに、6桁レベルの単価をもとに集計しているが、各国の輸出商品

表2 商品貿易の地域別構成 (単位: %, 10億ドル)

	輸出先						
	北米	西欧	アジア	南米	その他	世界	
輸出元	北米	39.8	18.4	21.6	16.4	3.7	1058
		34.1	24.0	25.3	10.7	5.8	521
西欧		10.8	67.7	8.1	2.3	11.1	2441
		7.8	71.4	7.3	1.8	11.7	1637
アジア		25.7	16.9	48.9	2.5	6.1	1649
		28.3	20.0	42.1	1.9	7.7	739
世界		22.7	41.0	23.1	5.6	9.2	6186
		18.3	48.1	19.2	3.8	10.6	3388

(出所) WTO、International Trade Statistics にもとづき著者作成。

(注) 輸出入元各地域の上段は2000年、下段は1990年のそれぞれの輸出総額に占める輸出先の構成比を表す。横列の世界は輸出総額である。

での品質の調整は十分に行われていない。その意味で、個別要因による変動も無視できない大きさになると予想される。

モデルの測定でもう1つ考慮すべき点は、輸出物価の相関関係をレベルで扱うか、変化率で扱うかである。レベルの場合には、輸出物価変動に見られるトレンド部分とサイクルの両者が一緒に扱われるので、トレンドが強いほど、相関関係が大きくなり、したがって共通要因のウェイトが大きくなると期待される。それに対して、変化率の場合は、トレンドの動きは小さくなるので、その分だけ相関関係が小さくなり、真の関係から共通要因のウェイトを測定できると考えられる。以下では、レベルと変化率の2つのケースについて、共通部分と個別部分の大きさを測定し、両者の異同について検討する。

### 3. モデルの推定

さて、国別輸出物価決定での共通要因にかかる係数  $\beta_{k1}$ 、 $\beta_{k2}$  をどのように測定するかであるが、これは主成分分析を用いると、 $PE_k$  についての  $(k \times k)$  の相関係数行列を制約として、共通要因の寄与率

$$S = (\beta_{k1})^2 + (\beta_{k2})^2$$

を最大にするようにして決められる。具体的には、相関係数行列の最大固有根によって第1番目の共通要因(世界要因)の寄与率が測られ、またそれに対応する固有ベクトルに基づいて、その共通要因についての国別の係数  $\beta_{k1}$  が求められる。同様に、2番目に大きい固有根によって第2番目の共通要因(地域要因)の寄与率が測られ、それに対応する国別の係数  $\beta_{k2}$  を求めることができる。

#### 3.1 輸出物価のレベルを用いたケース

20の部門のうち1980~2002年の輸出物価データが利用できる14カ国・12部門に計測を行ったが、表3は、部門別に2つの共通要因の寄与率をまとめたものである。

これで見ると、2つの共通要因によって各国の部門別輸出物価の75%以上が説明できること、とくに電気機械や輸送機械では90%以上が共通要因で説明されることがわかる。

つぎに、個別部門での国別の共通要因の寄与率を見るために、一般機械を取り上げると、国別の共通因子の負荷量は表4のようになる。これによると、第1の共通要因は香港、マレーシア

表3 共通要因の寄与率 — レベル式 (単位: %)

部門	第1 共通要因	第2 共通要因	共通要因の寄与率
繊維品	74.9	10.8	85.7
木材木製品・家具	78.1	10.6	88.7
紙パルプ	69.9	13.6	83.5
化学製品	60.0	16.8	76.8
ゴム・プラスチック	69.1	16.0	85.1
窯業土石製品	66.8	15.6	82.4
鉄鋼	74.6	9.4	84.0
非鉄金属	74.6	15.5	90.1
金属製品	80.3	9.9	90.2
一般機械	69.9	16.3	86.2
電気機械	75.1	16.0	91.1
輸送機械	80.1	16.7	96.8

(出所) 著者作成。

表4 国別の共通因子の因子負荷量: 一般機械

	$\lambda 1=9.7907$		$\lambda 2=2.275$		負荷合計
	固有ベクトル	負荷量	固有ベクトル	負荷量	
ドイツ	0.310	0.969	0.105	0.166	0.967
デンマーク	0.312	0.975	0.090	0.143	0.972
スペイン	0.303	0.948	0.090	0.142	0.920
フィンランド	0.300	0.940	-0.082	-0.129	0.900
フランス	0.295	0.924	0.183	0.290	0.938
イギリス	0.310	0.969	0.046	0.073	0.944
イタリア	0.310	0.969	0.070	0.111	0.950
オランダ	0.203	0.635	0.452	0.716	0.916
香港	-0.016	-0.049	0.557	0.883	0.781
台湾	0.161	0.503	-0.513	-0.813	0.914
韓国	0.265	0.829	-0.262	-0.415	0.860
マレーシア	-0.218	-0.682	0.221	0.350	0.587
日本	0.286	0.896	-0.173	-0.275	0.879
アメリカ	0.281	0.879	0.047	0.075	0.779

(出所) 著者作成。

(注) 寄与率は各国の輸出物価が2つの要因で説明される割合を示す。

を除くすべての国についてプラスの係数を示し、平均的には14カ国の輸出物価の約70%を説明している。これから、国別の輸出物価の約70%が各国に共通する世界要因に基づくものであるということが出来る。

第2の共通要因は、平均すると約16%の説明力を持つが、国別の係数の分布を調べると、香港とオランダで相対的に大きなプラスを示し、台湾では大きなマイナスである。すべての部門

についての同様の結果は、章末の表 (Appendix) にまとめられている。

こうして求められた国別の因子負荷量をウェイトとして国別輸出物価指数を加重平均すると、12の部門別に、共通要因で決まる輸出物価の時系列を算出することができる。その結果、個別要因による変動の部分は、現実の輸出物価指数系列から共通要因で決まる輸出物価指数系列を差し引いた残差として求められる。

表5 共通要因の寄与率 — 変化率式 (単位：%)

部門	第1 共通要因	第2 共通要因	共通要因の寄与率
繊維品	49.4	21.2	70.6
木材木製品・家具	48.1	15.6	63.7
紙パルプ	58.1	12.7	70.8
化学製品	52.3	22.7	75.0
ゴム・プラスチック	53.3	19.4	72.7
窯業土石製品	49.1	14.1	63.2
鉄鋼	62.4	12.9	75.3
非鉄金属	74.5	3.9	78.4
金属製品	48.1	17.9	66.0
一般機械	45.8	15.6	61.4
電気機械	43.4	13.2	56.6
輸送機械	35.9	15.8	51.7

(出所) 著者作成。

表6 共通因子の因子負荷量：一般機械

	$\lambda 1=6.4099$		$\lambda 2=2.188$		負荷合計
	固有ベクトル	負荷量	固有ベクトル	負荷量	
ドイツ	0.370	0.938	0.015	0.023	0.880
デンマーク	0.368	0.932	0.015	0.022	0.869
スペイン	0.293	0.741	0.002	0.002	0.549
フィンランド	0.310	0.784	0.005	0.008	0.615
フランス	0.353	0.893	0.024	0.036	0.798
イギリス	0.346	0.876	0.007	0.011	0.768
イタリア	0.360	0.911	0.022	0.033	0.832
オランダ	0.337	0.853	0.003	0.004	0.727
香港	0.016	0.041	0.075	0.110	0.014
台湾	-0.082	-0.208	0.514	0.760	0.621
韓国	0.012	0.030	0.581	0.859	0.739
マレーシア	-0.123	-0.310	0.075	0.111	0.109
日本	0.191	0.483	0.206	0.305	0.326
アメリカ	-0.005	-0.013	0.179	0.265	0.070

(出所) 著者作成。

### 3.2 輸出物価の変化率を用いたケース

つぎに、輸出物価指数の対前年比 (%) を求めて、輸出物価変動の主成分分析をすると、表5のような結果が得られる。

予想されたように、輸出物価変動での共通要因の寄与率はすべての部門で低下しており、2つの共通要因で説明できる比率は、最高でも非鉄金属の78.4%、最低では輸送機械の51.7%である。しかも、共通因子の寄与率が低いのは機

械系3部門と木材木製品・家具、窯業土石製品である。それに対して、金属製品を除くその他の部門では70%を超えており、共通因子による変動の説明力が高いといえることができる。

レベル式の結果と比較するために一般製品について、国別の共通因子の係数をまとめると、表6のようになる。

これからわかるように、第1 共通要因の係数は西欧諸国ではすべてプラスであるが、アジアやアメリカではきわめて小さく、マイナスの係

数もある。それに対して、第2 共通要因については、アジア諸国やアメリカの係数はプラスで、とくに台湾と韓国の係数は大きい。変化率式でのすべての部門の同様の結果については、章末の表（Appendix）を参照されたい。

## 4. 物価の共通性の比較

### 4.1 部門別の特徴

推定された共通因子の係数を用いると、12 部門ごとに、第1 と第2 の共通要因の時系列を計算することができる。ここでは、変化率式での共通要因の系列の特性を部門別に比較する。

まず、第1 共通要因の変動の特徴をみるために、電気機械、鉄鋼製品、化学製品の3 部門について図示すると、図1 のようになる。

共通要因の価格変動の山を見ると、電気機械では1986年、1990年、1995年であり、鉄鋼では1988年と1995年である。また、化学製品では、1987年、1990年、1995年である。1995年が山となっているのは3部門共通であるが、最初の山については、1986年、1987年、1988年と1年ずつラグがある。

電気機械、鉄鋼製品、化学製品の3部門とともに残りの9部門を山と谷のパターンから分類すると、

(1) 電気機械型は電気機械、一般機械、輸送機械、金属製品、繊維製品、木材製品、パルプ・紙製品、窯業土石製品、ゴム製品の9部門、

(2) 鉄鋼製品型は鉄鋼製品、非鉄金属製品の2部門、

(3) 化学製品型は化学製品の1部門、となる。電気機械型が12部門のうち9部門であり、個別部門を越えた輸出市場に共通する要因が各部門の輸出物価の共通的な変動を決めてきたといえる。

つぎに、部門別の輸出市場に共通に働く要因

が何かを考えると、1つは原油などのエネルギー価格であり、もう1つは各国の対ドル為替レート、言い換えるとドルの実効レートである。それ以外にも、世界のGDP成長率で測った景気循環の影響が考えられる。原油の輸出価格については、1980～85年にかけて下落したが、85～2002年では、実質的には低位安定傾向にあり、輸出物価の大きな変動要因として作用したとは考えにくい。

それに対して、日本やヨーロッパの通貨の対ドル実効レートは、80年以降上昇トレンドを示しており、1985年秋のプラザ合意による先進国通貨の対ドル実効レートの急上昇や93～95年の調整もあり、それがドル表示の輸出物価の変動にかなりの影響を与えてきたと推測される。

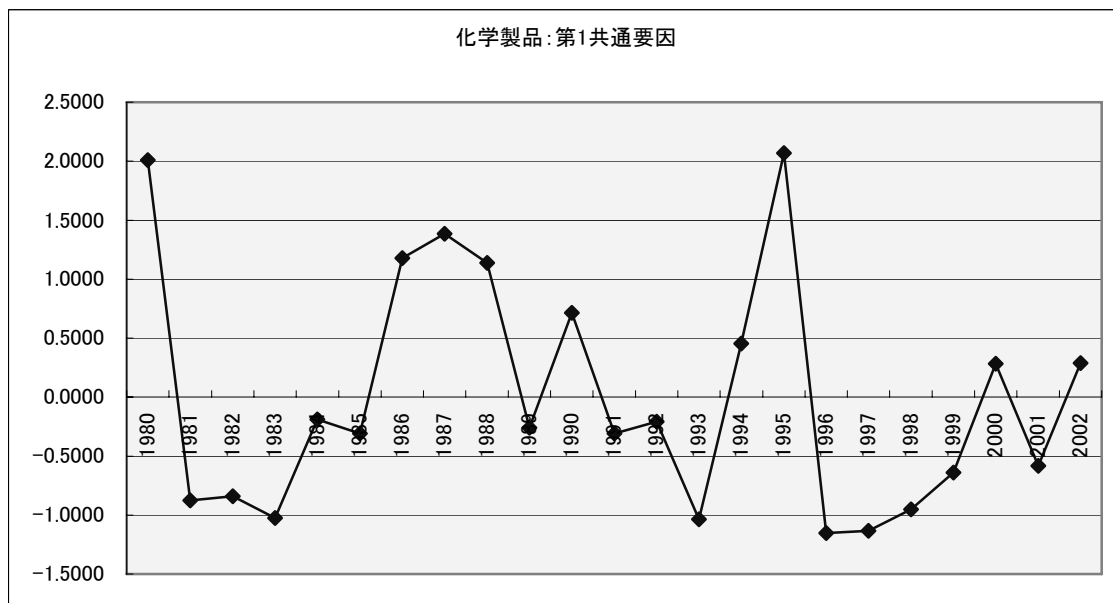
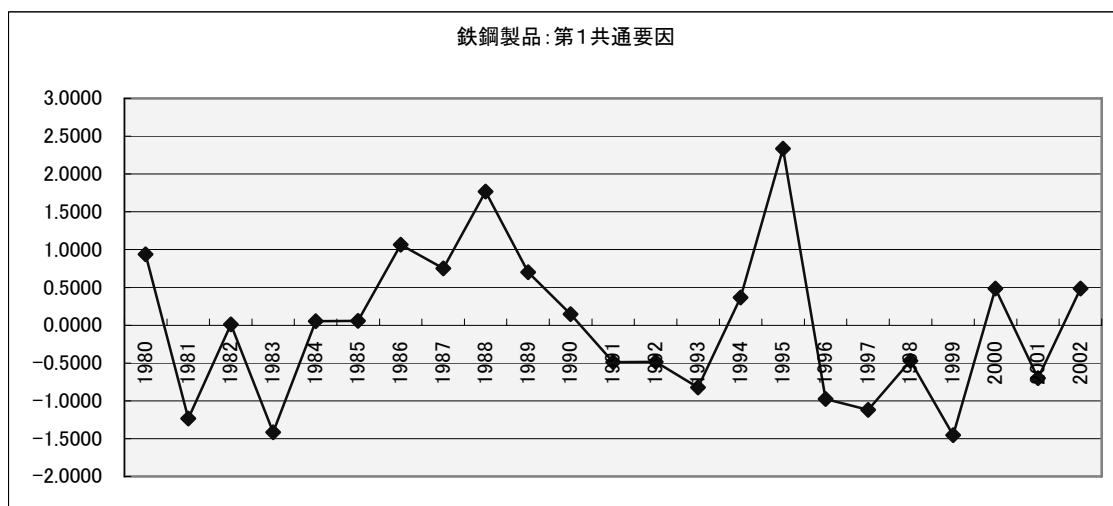
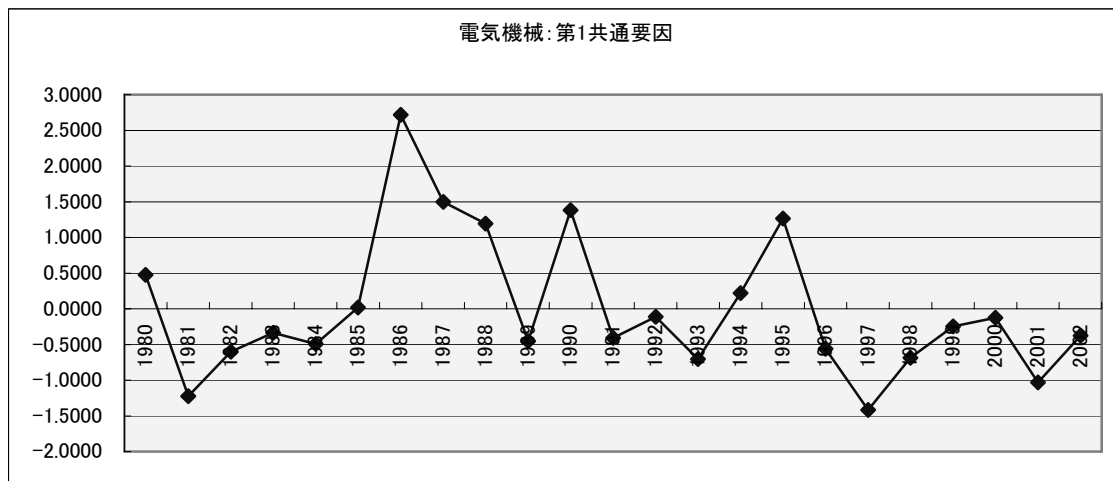
日本銀行は円の「実効為替レート（名目・実質）」を公表している<sup>(註7)</sup>。これで見ると、1986～88年と1995年には実効為替レートは急上昇しており、この時期の輸出物価変動の共通要因の山とほぼ対応している。もちろん、日本の円だけでは不十分であり、日本を含む他の主要輸出国の通貨とドルとの交換比率を考慮したドルの実効為替レートの変動と関連付ける必要がある。また、関連要因との回帰分析を行って、それぞれの要因の有意性や相対的重要性を吟味することも必要である。

### 4.2 国別の特徴

以上では、2つの共通要因が各国の部門別輸出価格変動をどのくらい説明できるかを検討してきた。表7は、12部門のうち、共通要因で60%以上説明できる部門の数を一覧表にしたものである。

これから明らかなように、西ヨーロッパの国では、アジアやアメリカに比べて共通要因の寄与率が大きく、輸出物価の変動が類似のパターンを示しているといえる。それに対して、アジ

図1 第1共通要因：電気機械、鉄鋼製品、化学製品



(出所) 著者作成。



表7 2つの共通要因の寄与率が60%以上の部門数 — 変化率式

輸出国	60%以上の部門	70%以上の部門	80%以上の部門
ドイツ (DEU)	12	11	9
デンマーク (DNK)	9	7	5
スペイン (ESP)	6	6	1
フィンランド (FIN)	9	6	3
フランス (FRA)	12	11	6
イギリス (GBR)	6	4	1
イタリア (ITA)	10	10	8
オランダ (NLD)	7	7	3
香港 (HKG)	3	2	1
台湾 (TWN)	7	4	2
韓国 (KOR)	4	2	0
マレーシア (MYS)	3	1	0
日本 (JPN)	3	1	0
アメリカ (USA)	3	3	1

(出所) 著者作成。

(注) 国名の後ろは国際標準化機構 (ISO) のアルファベット3桁国コードを表わす。

アやアメリカでは、台湾を除くと、共通的な要因による部分が小さく、その分個別的な変動が大きいといえる。

こうした結果については、主たる輸出市場の特質や部門内での品目構成の違いが関係していると思われる。もう1つは、推定された輸出物価指数にみられる時系列での特異な変動が影響している可能性もある。たとえば、木下 (2006) で指摘したように、たとえばアメリカの場合、機械系部門などで単価指数計算での金額カバレッジが小さく、不安定である。こうした要因があれば、物価変動での共通性が低下することは予想される。さらに詳しく検討する必要がある。

## おわりに

この論文では、アジア経済研究所の部門別輸出物価指数 (黒子推計) を用いて、各国の輸出物価の変動にどのような共通性があるかを、2要因の factor model を想定し、主成分分析で検討してきた。物価指数の変動をレベルで測るか、変化率で測るかによって、推定される共通性の大きさには違いがあるが、変化率式でも、ほぼ

60%以上が共通要因で説明されることがわかった。また、西ヨーロッパの国では、アジアやアメリカに比べて、共通要因の寄与率が大きいことも明らかになった。

共通要因自体がどういう要因で決まるかに関しては、原油価格やドルの実効レートの変動が関係している可能性を示唆するところに留まっている。共通要因のダイナミックな取り扱いを含めて、これらは今後の課題でとして残されている。

(注1) SITC のオリジナルは1950年に公表され、改訂は1960年、1975年、1985年に行われている。国連の各国貿易統計データは基本的には、1961-77年は改訂第1版、1978-87年は第2版、1988年からは第3版を用いて公表されている。

(注2) IDE の野田系列を使った分析については、木下宗七 [1] を参照のこと。

(注3) 推計の詳細については、黒子正人 [4] を参照のこと。

(注4) 白塚重典 [5] pp.64-66 を参照のこと。

(注5) 固定基準方式と連鎖基準方式での IDE 指数の性質の吟味については、木下 [2] を参照のこと。

(注6) ダイナミックなモデルやその推定方法については、Kose, M. Ayan et.al(2003)、Moneta, Fabio and Rasmus Rueffer(2006) が参照できる。

(注7) 日本銀行の Web サイトを参照のこと。  
(<http://www.boj.or.jp/type/exp/stat/exrate.htm>) (2007年2月16日現在)

## 【参考文献】

[1] 木下宗七「部門別輸出単価指数の推計とその時系列的特性—IDE 推計の固定型・連鎖型指数を中心として」(野田容助編『東アジア諸国・地域の貿易指数—作成から応用までの基礎的課題』統計資料シリーズ (SDS) No.88 アジア経済研究所 2005)

[2] ———「部門別輸出単価指数の推計とその時系列的特性について (2) —COMTRADE ベースの固定型・連鎖型指数を中心として」(野田容助・黒子正人編『長期時系列における貿易データと貿易指数の作成と応用』調査研究報告書 開発研究センター2005-II-04 アジア経済研究所 2006)

[3] 木下宗七・山田光男「国別・商品別輸出デフレータの推計と若干の吟味—国連貿易統計による—」(『調査と資料』名古屋大学経済学部附属経済構造研究センター 第97号 1993)

[4] 黒子正人、「SITC-R1 により接続された国連貿易統計に基づく貿易指数の作成」(野田容助編『東アジア諸国・地域の貿易指数—作成から応用までの基礎的課題』統計資料シリーズ (SDS) No.88 アジア経済研究所 2005)

[5] 白塚重典『物価の経済分析』、東京大学出版会 1998

[6] Kose, M. Ayan, Christopher Otrok, and Charles H. Whiteman, “International Business Cycles: World, Region, and Country-Specific Factors”, *American Economic Review*, Vol.94, No.4 2003

[7] Lawley, D. N. and A.E.Maxwell, *Factor Analysis as a Statistical Method*, Butterworths, 1963 (丘本正監訳『因子分析法』日科技連出版社 1970)

[8] Moneta, Fabio and Rasmus Rueffer, ” Business Cycle Synchronisation in East Asia”, *Working Paper Series* no.671, European Central Bank, 2006

章末の表 (Appendix)

表1 レベル式 一部門別の国別共通因子負荷量

4 繊維品	$\lambda 1=10.4895$		$\lambda 2=1.5054$		負荷合計
	固有ベクトル	負荷量	固有ベクトル	負荷量	
DEU	0.299	0.967	-0.127	-0.156	0.960
DNK	0.295	0.955	-0.021	-0.025	0.912
ESP	0.240	0.778	-0.032	-0.040	0.607
FIN	0.300	0.972	-0.041	-0.050	0.948
FRA	0.287	0.929	0.136	0.167	0.891
GBR	0.244	0.791	0.452	0.555	0.933
ITA	0.258	0.836	0.407	0.499	0.948
NLD	0.260	0.843	-0.295	-0.362	0.841
HKG	0.288	0.932	-0.113	-0.139	0.887
TWN	0.281	0.911	0.113	0.139	0.849
KOR	0.272	0.881	-0.051	-0.062	0.779
MYS	0.184	0.596	0.454	0.557	0.666
JPN	0.250	0.809	-0.439	-0.538	0.944
USA	0.261	0.844	-0.280	-0.343	0.830

7 木材木製品・家具	$\lambda 1=10.93797$		$\lambda 2=1.4773$		負荷合計
	固有ベクトル	負荷量	固有ベクトル	負荷量	
DEU	0.293	0.968	-0.046	-0.056	0.940
DNK	0.298	0.985	0.051	0.062	0.974
ESP	0.273	0.903	-0.190	-0.231	0.869
FIN	0.279	0.923	-0.116	-0.141	0.871
FRA	0.295	0.977	-0.033	-0.040	0.956
GBR	0.256	0.845	-0.259	-0.315	0.814
ITA	0.296	0.980	-0.061	-0.074	0.966
NLD	0.292	0.966	0.011	0.014	0.933
HKG	-0.070	-0.231	0.675	0.820	0.726
TWN	0.263	0.871	0.399	0.485	0.993
KOR	0.257	0.851	0.187	0.227	0.776
MYS	0.256	0.846	0.367	0.446	0.915
JPN	0.276	0.914	0.194	0.236	0.890
USA	0.256	0.846	0.227	0.276	0.792

8 紙パルプ	$\lambda 1=9.787$		$\lambda 2=1.907$		負荷合計
	固有ベクトル	負荷量	固有ベクトル	負荷量	
DEU	0.305	0.955	0.035	0.043	0.914
DNK	0.286	0.895	0.021	0.026	0.803
ESP	0.308	0.962	0.002	0.002	0.926
FIN	0.321	1.003	0.000	0.000	1.006
FRA	0.314	0.981	0.033	0.041	0.964
GBR	0.273	0.854	0.144	0.178	0.761
ITA	0.298	0.931	0.009	0.012	0.867
NLD	0.306	0.958	0.001	0.001	0.917
HKG	0.228	0.713	0.080	0.100	0.519
TWN	0.148	0.463	0.036	0.045	0.216
KOR	0.229	0.716	0.002	0.003	0.512
MYS	0.052	0.162	0.752	0.933	0.897
JPN	0.290	0.909	0.018	0.022	0.826
USA	0.243	0.760	0.196	0.243	0.637

1 0 化学製品	$\lambda 1=8.4016$		$\lambda 2=3.6457$		負荷合計
	固有ベクトル	負荷量	固有ベクトル	負荷量	
DEU	0.331	0.958	0.025	0.047	0.920
DNK	0.318	0.920	0.021	0.040	0.849
ESP	0.050	0.144	0.416	0.795	0.652
FIN	0.329	0.952	0.000	0.000	0.906
FRA	0.337	0.977	0.006	0.012	0.954
GBR	0.331	0.959	0.010	0.018	0.921
ITA	0.328	0.950	0.016	0.030	0.904
NLD	0.241	0.699	0.186	0.356	0.615
HKG	-0.134	-0.388	0.431	0.824	0.829
TWN	0.161	0.466	0.360	0.688	0.690
KOR	0.053	0.154	0.478	0.914	0.858
MYS	-0.208	-0.603	0.108	0.206	0.406
JPN	0.332	0.962	0.002	0.004	0.925
USA	0.301	0.872	0.030	0.057	0.764

9 ゴム・プラスチック	$\lambda 1=9.6754$		$\lambda 2=2.2383$		負荷合計
	固有ベクトル	負荷量	固有ベクトル	負荷量	
DEU	0.300	0.934	0.030	0.045	0.875
DNK	0.313	0.974	0.046	0.068	0.954
ESP	0.209	0.649	0.032	0.047	0.423
FIN	0.262	0.816	0.150	0.224	0.717
FRA	0.286	0.891	0.026	0.039	0.795
GBR	0.262	0.813	0.123	0.184	0.696
ITA	0.296	0.920	0.025	0.037	0.848
NLD	0.302	0.939	0.107	0.160	0.907
HKG	0.018	0.055	0.565	0.846	0.719
TWN	0.294	0.915	0.019	0.028	0.839
KOR	0.287	0.892	0.022	0.033	0.796
MYS	0.023	0.073	0.024	0.036	0.007
JPN	0.289	0.899	0.086	0.129	0.825
USA	0.052	0.160	0.514	0.769	0.617

1 2 窯業土石製品	$\lambda 1=9.3537$		$\lambda 2=2.195$		負荷合計
	固有ベクトル	負荷量	固有ベクトル	負荷量	
DEU	0.313	0.958	0.006	0.009	0.917
DNK	0.316	0.965	0.019	0.029	0.932
ESP	0.277	0.846	0.061	0.091	0.724
FIN	0.320	0.980	0.004	0.006	0.960
FRA	0.322	0.983	0.001	0.002	0.967
GBR	0.260	0.796	0.125	0.186	0.669
ITA	0.310	0.948	0.000	0.000	0.899
NLD	0.311	0.950	0.023	0.034	0.903
HKG	-0.060	-0.182	0.598	0.885	0.817
TWN	0.286	0.875	0.044	0.065	0.770
KOR	0.248	0.760	0.151	0.223	0.627
MYS	0.129	0.394	0.260	0.385	0.304
JPN	0.286	0.874	0.015	0.022	0.764
USA	0.118	0.362	0.366	0.543	0.425

1 3 鉄鋼	$\lambda 1=10.44237$		$\lambda 2=1.32021$		負荷合計
	固有ベクトル	負荷量	固有ベクトル	負荷量	
DEU	0.300	0.969	0.002	0.003	0.939
DNK	0.289	0.933	0.058	0.066	0.875
ESP	0.304	0.981	0.016	0.019	0.963
FIN	0.268	0.866	0.050	0.057	0.753
FRA	0.304	0.982	0.001	0.001	0.965
GBR	0.294	0.950	0.021	0.024	0.902
ITA	0.301	0.974	0.000	0.000	0.949
NLD	0.270	0.873	0.093	0.107	0.774
HKG	0.150	0.486	0.641	0.737	0.779
TWN	0.297	0.961	0.003	0.003	0.923
KOR	0.262	0.847	0.027	0.031	0.718
MYS	0.240	0.777	0.064	0.073	0.608
JPN	0.286	0.924	0.007	0.008	0.854
USA	0.030	0.096	0.577	0.662	0.448

1 4 非鉄金属	$\lambda 1=10.4447$		$\lambda 2=2.1669$		負荷合計
	固有ベクトル	負荷値	固有ベクトル	負荷値	
DEU	0.298	0.964	-0.061	-0.090	0.937
DNK	0.303	0.980	-0.074	-0.109	0.972
ESP	0.239	0.773	-0.167	-0.247	0.659
FIN	0.304	0.983	0.010	0.014	0.967
FRA	0.306	0.989	-0.032	-0.047	0.981
GBR	0.283	0.916	0.192	0.282	0.919
ITA	0.300	0.970	-0.058	-0.085	0.948
NLD	0.296	0.957	0.069	0.102	0.927
HKG	0.148	0.478	0.559	0.823	0.905
TWN	0.264	0.852	0.305	0.449	0.928
KOR	0.268	0.868	-0.007	-0.010	0.753
MYS	-0.074	-0.238	0.655	0.964	0.986
JPN	0.263	0.851	-0.286	-0.421	0.902
USA	0.282	0.910	-0.019	-0.028	0.828

1 5 金属製品	$\lambda 1=11.2407$		$\lambda 2=1.3866$		負荷合計
	固有ベクトル	負荷量	固有ベクトル	負荷値	
DEU	0.285	0.957	0.072	0.085	0.923
DNK	0.292	0.978	0.017	0.021	0.957
ESP	0.284	0.952	0.024	0.028	0.908
FIN	0.281	0.941	0.078	0.092	0.895
FRA	0.285	0.957	0.074	0.087	0.922
GBR	0.244	0.819	0.168	0.197	0.710
ITA	0.227	0.762	0.523	0.616	0.960
NLD	0.281	0.943	0.092	0.108	0.900
HKG	0.286	0.958	0.012	0.015	0.917
TWN	0.288	0.967	0.021	0.025	0.935
KOR	0.257	0.862	0.010	0.012	0.743
MYS	0.217	0.729	0.407	0.479	0.761
JPN	0.268	0.899	0.207	0.244	0.867
USA	0.228	0.766	0.206	0.242	0.646

1 6 一般機械	$\lambda 1=9.7907$		$\lambda 2=2.275$		負荷合計
	固有ベクトル	負荷量	固有ベクトル	負荷量	
DEU	0.310	0.969	0.105	0.166	0.967
DNK	0.312	0.975	0.090	0.143	0.972
ESP	0.303	0.948	0.090	0.142	0.920
FIN	0.300	0.940	-0.082	-0.129	0.900
FRA	0.295	0.924	0.183	0.290	0.938
GBR	0.310	0.969	0.046	0.073	0.944
ITA	0.310	0.969	0.070	0.111	0.950
NLD	0.203	0.635	0.452	0.716	0.916
HKG	-0.016	-0.049	0.557	0.883	0.781
TWN	0.161	0.503	-0.513	-0.813	0.914
KOR	0.265	0.829	-0.262	-0.415	0.860
MYS	-0.218	-0.682	0.221	0.350	0.587
JPN	0.286	0.896	-0.173	-0.275	0.879
USA	0.281	0.879	0.047	0.075	0.779

1 7 電気機械	$\lambda 1=10.51798$		$\lambda 2=2.2398$		負荷合計
	固有ベクトル	負荷量	固有ベクトル	負荷量	
DEU	0.290	0.942	0.061	0.091	0.896
DNK	0.283	0.917	0.108	0.162	0.867
ESP	0.242	0.784	0.262	0.392	0.769
FIN	0.296	0.959	0.087	0.130	0.936
FRA	0.296	0.959	0.003	0.005	0.920
GBR	0.206	0.669	0.425	0.636	0.853
ITA	0.280	0.907	0.087	0.129	0.839
NLD	0.289	0.937	0.108	0.161	0.904
HKG	0.270	0.875	0.224	0.335	0.877
TWN	0.223	0.722	0.414	0.620	0.906
KOR	0.219	0.709	0.107	0.160	0.529
MYS	0.245	0.796	0.354	0.530	0.914
JPN	0.286	0.926	0.104	0.155	0.882
USA	0.294	0.953	0.008	0.012	0.907

1 8 輸送機械	$\lambda 1=10.4146$		$\lambda 2=2.1727$		負荷合計
	固有ベクトル	負荷量	固有ベクトル	負荷量	
DEU	0.256	0.827	0.067	0.099	0.693
DNK	0.185	0.596	0.212	0.312	0.453
ESP	0.292	0.941	0.042	0.062	0.889
FIN	0.190	0.614	0.408	0.601	0.738
FRA	0.289	0.932	0.042	0.062	0.873
GBR	0.290	0.937	0.063	0.093	0.887
ITA	0.288	0.930	0.058	0.086	0.872
NLD	0.299	0.965	0.069	0.102	0.941
HKG	0.225	0.728	0.292	0.430	0.715
TWN	0.284	0.915	0.059	0.087	0.845
KOR	0.209	0.674	0.341	0.502	0.706
JPN	0.305	0.985	0.053	0.079	0.976
USA	0.165	0.533	0.461	0.680	0.746

表2 変化率式 一部門別の国別共通因子負荷量

4 繊維品	$\lambda 1=6.9144$		$\lambda 2=2.97$		負荷合計
	固有ベクトル	負荷量	固有ベクトル	負荷量	
DEU	0.311	0.818	0.013	0.022	0.670
DNK	0.312	0.821	0.014	0.024	0.675
ESP	0.093	0.245	0.044	0.075	0.066
FIN	0.325	0.854	0.034	0.058	0.733
FRA	0.299	0.785	0.014	0.024	0.617
GBR	0.212	0.558	0.111	0.192	0.349
ITA	0.353	0.928	0.028	0.048	0.864
NLD	0.272	0.716	0.010	0.018	0.513
HKG	0.166	0.437	0.336	0.579	0.527
TWN	0.152	0.399	0.461	0.794	0.791
KOR	0.072	0.189	0.336	0.579	0.371
MYS	0.071	0.185	0.198	0.341	0.151
JPN	0.122	0.320	0.351	0.605	0.469
USA	0.073	0.191	0.219	0.378	0.180

7 木材木製品・家具	$\lambda 1=6.7271$		$\lambda 2=2.1755$		負荷合計
	固有ベクトル	負荷量	固有ベクトル	負荷量	
DEU	0.371	0.961	-0.042	-0.063	0.927
DNK	0.359	0.932	-0.046	-0.068	0.873
ESP	0.280	0.727	-0.083	-0.123	0.544
FIN	0.307	0.796	0.032	0.048	0.635
FRA	0.370	0.960	-0.038	-0.056	0.925
GBR	0.203	0.527	-0.128	-0.189	0.313
ITA	0.367	0.952	-0.093	-0.136	0.926
NLD	0.356	0.923	-0.063	-0.092	0.860
HKG	-0.142	-0.368	0.492	0.726	0.662
TWN	0.198	0.512	0.371	0.547	0.562
KOR	-0.054	-0.139	0.110	0.163	0.046
MYS	0.068	0.175	0.589	0.868	0.784
JPN	0.214	0.555	0.355	0.524	0.582
USA	0.094	0.243	0.306	0.451	0.263

8 紙パルプ	$\lambda 1=8.14$		$\lambda 2=1.777$		負荷合計
	固有ベクトル	負荷量	固有ベクトル	負荷量	
DEU	0.324	0.923	0.118	0.157	0.878
DNK	0.286	0.816	0.070	0.093	0.674
ESP	0.297	0.848	0.000	0.000	0.719
FIN	0.335	0.956	0.000	0.000	0.913
FRA	0.311	0.887	0.050	0.067	0.791
GBR	0.292	0.832	0.033	0.044	0.694
ITA	0.319	0.912	0.133	0.177	0.862
NLD	0.329	0.940	0.084	0.112	0.895
HKG	0.208	0.594	0.300	0.400	0.513
TWN	0.196	0.560	0.463	0.617	0.695
KOR	0.172	0.491	0.079	0.106	0.252
MYS	0.019	0.053	0.355	0.474	0.227
JPN	0.217	0.619	0.140	0.186	0.417
USA	0.249	0.710	0.332	0.443	0.701

1 0 化学製品	$\lambda 1=7.3182$		$\lambda 2=3.1845$		負荷合計
	固有ベクトル	負荷量	固有ベクトル	負荷量	
DEU	0.310	0.839	0.184	0.328	0.811
DNK	0.124	0.335	0.074	0.133	0.130
ESP	0.309	0.835	0.068	0.122	0.712
FIN	0.225	0.610	0.244	0.436	0.562
FRA	0.327	0.883	0.157	0.280	0.859
GBR	0.317	0.858	0.039	0.070	0.741
ITA	0.301	0.813	0.185	0.330	0.770
NLD	0.280	0.758	0.069	0.124	0.590
HKG	0.261	0.707	0.313	0.559	0.812
TWN	0.285	0.771	0.305	0.544	0.892
KOR	0.282	0.763	0.258	0.460	0.794
MYS	0.102	0.275	0.356	0.634	0.478
JPN	0.296	0.801	0.173	0.308	0.737
USA	0.198	0.536	0.386	0.690	0.763

9 ゴム・プラスチック	$\lambda 1=7.4576$		$\lambda 2=2.7131$		負荷合計
	固有ベクトル	負荷量	固有ベクトル	負荷量	
DEU	0.324	0.883	0.012	0.019	0.781
DNK	0.247	0.673	0.039	0.065	0.458
ESP	0.120	0.328	0.152	0.251	0.171
FIN	0.276	0.753	0.027	0.044	0.568
FRA	0.311	0.850	0.012	0.019	0.723
GBR	0.292	0.797	0.141	0.232	0.689
ITA	0.341	0.930	0.020	0.032	0.866
NLD	0.312	0.851	0.013	0.021	0.725
HKG	0.052	0.141	0.348	0.574	0.349
TWN	0.185	0.505	0.438	0.721	0.775
KOR	0.166	0.454	0.418	0.689	0.680
MYS	0.113	0.307	0.365	0.602	0.457
JPN	0.194	0.529	0.203	0.335	0.392
USA	0.006	0.016	0.098	0.161	0.026

1 2 窯業土石製品	$\lambda 1=6.8731$		$\lambda 2=1.9761$		負荷合計
	固有ベクトル	負荷量	固有ベクトル	負荷量	
DEU	0.359	0.941	0.006	0.009	0.886
DNK	0.330	0.864	0.039	0.054	0.749
ESP	0.324	0.849	0.007	0.010	0.720
FIN	0.361	0.947	0.001	0.001	0.897
FRA	0.364	0.955	0.002	0.002	0.912
GBR	0.253	0.663	0.000	0.000	0.440
ITA	0.362	0.950	0.013	0.018	0.903
NLD	0.331	0.869	0.080	0.113	0.767
HKG	0.131	0.343	0.023	0.033	0.119
TWN	0.191	0.500	0.208	0.293	0.335
KOR	0.020	0.053	0.466	0.655	0.432
MYS	-0.010	-0.026	0.564	0.793	0.630
JPN	0.188	0.492	0.192	0.270	0.315
USA	0.009	0.023	0.171	0.240	0.058



1 3 鉄鋼	$\lambda 1=8.7424$		$\lambda 2=1.8077$		負荷合計
	固有ベクトル	負荷量	固有ベクトル	負荷量	
DEU	0.310	0.917	0.082	0.110	0.853
DNK	0.269	0.796	0.275	0.369	0.770
ESP	0.327	0.967	0.000	0.000	0.935
FIN	0.306	0.905	0.052	0.070	0.824
FRA	0.318	0.941	0.093	0.126	0.902
GBR	0.290	0.858	0.090	0.121	0.751
ITA	0.311	0.920	0.072	0.096	0.856
NLD	0.269	0.795	0.182	0.245	0.693
HKG	0.289	0.854	0.118	0.159	0.754
TWN	0.265	0.784	0.232	0.311	0.711
KOR	0.165	0.488	0.340	0.457	0.447
MYS	0.171	0.505	0.443	0.596	0.610
JPN	0.243	0.717	0.232	0.311	0.611
USA	0.083	0.246	0.045	0.060	0.064

1 4 非鉄金属	$\lambda 1=10.432$		$\lambda 2=0.551$		負荷合計
	固有ベクトル	負荷値	固有ベクトル	負荷値	
DEU	0.287	0.926	0.223	0.166	0.885
DNK	0.294	0.951	0.190	0.141	0.925
ESP	0.271	0.876	0.180	0.134	0.786
FIN	0.296	0.956	0.172	0.127	0.929
FRA	0.305	0.985	0.221	0.164	0.997
GBR	0.281	0.908	0.443	0.329	0.933
ITA	0.285	0.921	0.193	0.143	0.868
NLD	0.296	0.958	0.030	0.022	0.917
HKG	0.214	0.691	0.004	0.003	0.478
TWN	0.277	0.895	0.117	0.087	0.808
KOR	0.249	0.805	0.054	0.040	0.649
MYS	-0.029	-0.093	0.287	0.213	0.054
JPN	0.255	0.823	0.092	0.068	0.683
USA	0.282	0.910	0.052	0.039	0.830

1 5 金属製品	$\lambda 1=6.7313$		$\lambda 2=2.5014$		負荷合計
	固有ベクトル	負荷値	固有ベクトル	負荷値	
DEU	0.357	0.926	0.016	0.025	0.859
DNK	0.356	0.924	0.006	0.009	0.855
ESP	0.213	0.552	0.050	0.072	0.310
FIN	0.325	0.843	0.023	0.032	0.712
FRA	0.360	0.934	0.006	0.009	0.872
GBR	0.247	0.640	0.163	0.232	0.463
ITA	0.338	0.876	0.014	0.020	0.769
NLD	0.324	0.840	0.005	0.008	0.706
HKG	0.085	0.220	0.308	0.440	0.242
TWN	0.098	0.253	0.430	0.613	0.440
KOR	0.003	0.008	0.001	0.001	0.000
MYS	0.015	0.038	0.180	0.257	0.068
JPN	0.059	0.152	0.312	0.446	0.222
USA	0.000	0.000	0.017	0.024	0.001

1 6 一般機械	$\lambda 1=6.40996$		$\lambda 2=2.1885$		負荷合計
	固有ベクトル	負荷量	固有ベクトル	負荷量	
DEU	0.370	0.938	0.015	0.023	0.880
DNK	0.368	0.932	0.015	0.022	0.869
ESP	0.293	0.741	0.002	0.002	0.549
FIN	0.310	0.784	0.005	0.008	0.615
FRA	0.353	0.893	0.024	0.036	0.798
GBR	0.346	0.876	0.007	0.011	0.768
ITA	0.360	0.911	0.022	0.033	0.832
NLD	0.337	0.853	0.003	0.004	0.727
HKG	0.016	0.041	0.075	0.110	0.014
TWN	-0.082	-0.208	0.514	0.760	0.621
KOR	0.012	0.030	0.581	0.859	0.739
MYS	-0.123	-0.310	0.075	0.111	0.109
JPN	0.191	0.483	0.206	0.305	0.326
USA	-0.005	-0.013	0.179	0.265	0.070

1 7 電気機械	$\lambda 1=6.0744$		$\lambda 2=1.847$		負荷合計
	固有ベクトル	負荷量	固有ベクトル	負荷量	
DEU	0.374	0.922	0.038	0.052	0.852
DNK	0.375	0.925	0.104	0.141	0.875
ESP	0.221	0.544	0.504	0.685	0.764
FIN	0.337	0.829	0.012	0.016	0.688
FRA	0.347	0.854	0.093	0.127	0.746
GBR	0.279	0.688	0.031	0.042	0.475
ITA	0.296	0.730	0.124	0.169	0.561
NLD	0.279	0.688	0.054	0.074	0.478
HKG	0.002	0.004	0.005	0.007	0.000
TWN	0.005	0.013	0.155	0.211	0.045
KOR	0.002	0.005	0.068	0.093	0.009
MYS	0.001	0.002	0.264	0.359	0.129
JPN	0.114	0.281	0.023	0.031	0.080
USA	0.035	0.087	0.510	0.693	0.488

1 8 輸送機械	$\lambda 1=4.6714$		$\lambda 2=2.051$		負荷合計
	固有ベクトル	負荷量	負荷合計	負荷量	
DEU	0.394	0.852	0.082	0.117	0.733
DNK	0.204	0.441	0.228	0.326	0.247
ESP	0.304	0.657	0.137	0.197	0.451
FIN	0.064	0.138	0.278	0.398	0.096
FRA	0.404	0.873	0.030	0.043	0.763
GBR	0.219	0.473	0.000	0.000	0.224
ITA	0.335	0.725	0.046	0.066	0.528
NLD	0.310	0.671	0.014	0.020	0.450
HKG	0.018	0.039	0.443	0.635	0.198
TWN	0.007	0.016	0.366	0.525	0.134
KOR	0.005	0.010	0.361	0.517	0.130
JPN	0.104	0.225	0.058	0.083	0.054
USA	0.107	0.230	0.212	0.303	0.098

(出所) 著者作成。