第２章
商品分類の対応関係における配分ウエイトの推計方法

野田容助

はじめに

貿易商品分類の改訂のおこなわれた年の前後は商品に対する定義およびそのカバレジが必ずしも同じではないため、貿易統計を長期時系列データとして利用するときには商品分類の改訂年を境とする前後の年では取引金額および数量は連続性、接続性あるいは整合性のある状態とはいえないことがある。そのため、貿易統計を共通の概念で長期時系列的に分析をするときには改訂前後のどちらかの同一商品分類体系へ統一することが必要になる。商品分類体系統一化は商品分類の改訂年の前後における対応関係にもとづいて配分ウエイトを推計し、この配分ウエイトでそれぞれの分類コードに対応する取引金額および数量を再配分、すなわち変換することで可能となる。

本章の目的はアジア経済研究所で試みられている貿易統計データを利用して改訂された商品分類の対応関係をもとにしたいくつかの配分ウエイトの推計方法を紹介することである。配分ウエイトの推計値にもとづく貿易統計データの変換を通して同一の商品分類体系による長期時系列データが作成できる。

アジア経済研究所ではこれまで配分ウエイトによる貿易統計の変換の方法として商品グループ内における配分ウエイトの構造を定式化し、⑴商品分類体系における対応関係から得られる配分構造が均等に配分されるという仮定の下で推計される均等配分の方法、⑵配分構造に対する分類コードの取引額をウエイトとして考慮し配分されるという配分ウエイトの方法、という基本的には２つの方法が試みられてきている。ここで、商品グループとは改訂される異なる商品分類において対応するそれぞれの分類コードの閉じた関係を商品グループという。商品グループは野田の「商品分類の改訂に伴う対応関係の連結」において概略が紹介されている。配分ウエイトは商品グループごとに対応関係の分類コードを基礎として計算される。なお、⑴では対応関係のみの情報を利用して取引額を考慮していないことが特徴である。

本章では最初に商品グループ内で構成される変換のための配分ウエイトの構造を定式化する。次に、いくつかの配分ウエイトの推計方法を紹介し、さらに、推計方法としてアジア経済研究所においてモデル化されている均等配分による方法、同一パターーの方法、回帰式によるウエイト制約条件付き最小２乗法、比例反復法についての具体例を紹介する。

１．配分ウエイトの構造

異なる商品分類である分類Aと分類Bの間に相互に関わりを持つ個別分類コードの対応関係コード表があるとき、すべての個別分類コードを含む分類Aと分類Bの対応関係を表として示すことができる。対応関係の表において分類A

表１　分類 A と B の対応関係に対する商品グループ

分類 B ＼ 分類A	$A_1 \cdots A_{n_1}$	$A_{n_1+1} \cdots A_{n_1+n_2}$	$\cdots$	$A_{n_1+\cdots+n_{p-1}+1} \cdots A_N$
B_1 : B_{m_1}	商品グループ1			
B_{m_1+1} : $B_{m_1+m_2}$		商品グループ2		
:			$\ddots$	
$B_{m_1+\cdots+m_{p-1}+1}$: B_M				商品グループp

（出所）著者作成

（注）影の部分は商品グループを表わす。

表２　商品グループ内における分類 A の $A_1 \cdots A_n$ から分類 B の B_i に向けた変換の配分構造

分類 B ＼ 分類 A	A_1	A_2	$\cdots$	A_j	$\cdots$	A_n	*Total*
B_1	$x_1\omega_{11}$	$x_2\omega_{12}$		$x_j\omega_{1j}$		$x_n\omega_{1n}$	y_1
B_2	$x_1\omega_{21}$	$x_2\omega_{22}$		$x_j\omega_{2j}$		$x_n\omega_{2n}$	y_2
:	:	:		:		:	:
B_i	$x_1\omega_{i1}$	$x_2\omega_{i2}$		$x_j\omega_{ij}$		$x_n\omega_{in}$	y_i
:	:	:		:		:	:
B_m	$x_1\omega_{m1}$	$x_2\omega_{m2}$		$x_j\omega_{mj}$		$x_n\omega_{mn}$	y_m
Total	x_1	x_2		x_j		x_n	1

（出所）著者作成

（注）ω_{ij} は分類コード商品グループ内における A_j から B_i への方向に対する配分ウエイトである。

と分類 B を適当に並べ替えることによっていくつかの閉じた対応関係を作ることができる。この分類 A と分類 B の間の閉じた関係を商品グループという。商品グループは表 1 に示されている。この表では分類 A は N 個の個別分類コード、B は M 個の個別分類コードから構成されており、p 個の商品グループが作成された例である。分類 A と分類 B を適当に並べ替えているので商品グループは対角線上に位置させることが可能であり、表 1 の影の部分が商品グループを表わしている。例えば、商品グループ 1 は分類 A の $A_1 \cdots A_{n_1}$ と B の $B_1 \cdots B_{m_1}$ から構成される。

商品グループ内の対応関係の中で、商品分類の改訂に伴って生ずる分類 A から分類 B への方向に対する変換の取引額の推計方法を示すのが本章の目的である。変換に当たっては、本章では取引額を直接推計せずに変換の基礎となる配分のためのウエイトを推計する。

1.1　対応関係のすべてが存在する場合

商品グループ内の分類 A の n 個ある要素 $A_1 \cdots A_n$ のそれぞれに統計値 $x_1 \cdots x_n$ が対応しているとする。x_j は k 個の標本から構成されるベクトルで表わされ、$j=1\cdots n$ に対して $x_j = (x_{j1} \cdots x_{jk})'$ である。同一商品グループ内

表３　SITC-R2 の 3232 を含む商品グループの SITC-R2 から SITC-R1 に向けた変換の配分ウエイト

分類A 分類B		32321 (1)	32322 (2)	52211 (3)	52212 (4)	52213 (5)	52214 (6)	52215 (7)	52216 (8)	52217 (9)	52218 (10)
3218	(1)	ω_{11}	1								
51328	(2)	ω_{21}	0								
51311	(3)			ω_{33}							
51312	(4)			ω_{43}							
51313	(5)			ω_{53}							
51324	(6)				1						
51321	(7)					1					
51322	(8)						1				
51323	(9)							1			
51325	(10)								1		
51326	(11)									1	
51327	(12)										1

（出所）著者作成

（注）分類Aは SITC-R2、分類Bは SITC-R1 をそれぞれ表わす。ω_{ij} は分類コード商品グループ内における A_j から B_i への方向に対する配分ウエイトである。$\omega_{11}+\omega_{21}=1$、$\omega_{33}+\omega_{43}+\omega_{53}=1$ であり、ω_{ij} が 1 であるときは 1 として表わしている。

の分類 B の m 個ある要素 $B_1 \cdots B_m$ のそれぞれに対する統計値を $y_1 \cdots y_m$ とする。y_i も同じように k 個の標本から構成されるベクトルで表わされ、$i=1\cdots m$ に対して $y_i=(y_{i1}\cdots y_{ik})'$ である。商品グループ内において分類 A の統計値 x_j の合計である $x_\bullet$ が変換後の分類 B へそのまま維持されるわけなのでその統計値 y_i の合計である $y_\bullet$ に一致する。

この関係を保証するため x_j を直接使用せずに構成比を利用して、$x_j{*}=x_j/x_\bullet$ とおき、改めて $x_i{*}$ を x_i とする。同じように y_j についても構成比をとって置き換えれば、$x_\bullet=y_\bullet=1$ となる。構成比を用いることにより必ずしもではないが、貿易統計データが持つ長期トレンドや周期を含めた経済変動から生ずる経済変動固有の変動を取り除くことができる。しかし、図 1 からわかるように多くの場合には必ずしも取り除かれてはいない。

分類Aから分類Bの方向に対する変換として ω_{ij} は分類コード A_jから B_iへの方向に対する配分ウエイトとする。表 2 に商品グループ内における分類Aの $A_1 \cdots A_n$ から分類Bの B_i に向けた変換の配分構造、配分ウエイト、配分額が示されている。本節では対応関係のすべてが存在していると仮定しているので $\omega_{ij}\neq 0$ である。$i=1\cdots m$ に対して y_i は、

$$y_i=x_1\omega_{i1}+\cdots+x_n\omega_{in}+u_i$$

と表すことができる。表 2 において影で示されている部分である。ここで、配分ウエイトは $j=1\cdots n$ に対して $\omega_{1j}+\cdots+\omega_{mj}=1$ であり、u_i は y_i と同じ構造を持つベクトルの撹乱項である。これを行列表示でまとめると、

$$\begin{pmatrix} y_1 \\ \vdots \\ y_m \end{pmatrix}=\begin{pmatrix} \omega_{11} & \cdots & \omega_{1n} \\ \vdots & & \vdots \\ \omega_{m1} & \cdots & \omega_{mn} \end{pmatrix}\begin{pmatrix} x_1 \\ \vdots \\ x_n \end{pmatrix}+\begin{pmatrix} u_1 \\ \vdots \\ u_m \end{pmatrix}$$

となる。$m\times m$ 行列の配分ウエイト行列を W と

すれば、配分ウエイト行列は、

$$W = \begin{pmatrix} \omega_{11} & \cdots & \omega_{1n} \\ \vdots & & \vdots \\ \omega_{m1} & \cdots & \omega_{mn} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \omega_1' \\ \vdots \\ \omega_m' \end{pmatrix}$$

である。すべての要素が 1 からなる m 次元のベクトルを l_m とする。W はウエイトの条件から、

(1-1) $$l_m' W = l_n'$$

が満たされる。また、k 個の統計値の存在を考慮して、分類 B に対する統計値行列を Y をとして $m \times k$ 行列、

$$Y = \begin{pmatrix} y_1' \\ \vdots \\ y_m' \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} y_{11} & \cdots & y_{1k} \\ & & \\ y_{m1} & \cdots & y_{mk} \end{pmatrix}$$

とする。分類 A に対する統計値行列を X として $n \times k$ 行列、

$$X = \begin{pmatrix} x_1' \\ \vdots \\ x_n' \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} x_{11} & \cdots & x_{1k} \\ & & \\ x_{n1} & \cdots & x_{nk} \end{pmatrix}$$

とする。撹乱項も同じように $m \times k$ 行列として U とする。

$$U = \begin{pmatrix} u_1' \\ \vdots \\ u_m' \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} u_{11} & \cdots & u_{1k} \\ & & \\ u_{m1} & \cdots & u_{mk} \end{pmatrix}$$

すべてに対応関係があるときの取引額に対する配分ウエイトの構造は、（1-1）式のウエイト条件のもとで、

(1-2) $$Y = WX + U$$

と表すことができる。

1.2　対応しない関係が存在する場合

商品分類の対応関係では商品グループ内に対応関係がないウエイトが存在するのが一般的である。表 3 に分類 A を SITC-R2、分類 B を SITC-R1 としたときの分類コードの対応関係が示されている。SITC-R2 において 52211 から 52218 までをそれぞれ含む商品グループはすべてに対応関係があるが、32321 を含む商品グループにはすべてに対応関係が存在していなくて 0 を含む例である。配分ウエイト行列において 0 となる要素が存在するものを一般的な配分ウエイト行列として W_g とする。この一般的な配分ウエイト行列は (1) 式のウエイトの条件と同じように、

(1-3) $$l_m' W_g = l_n'$$

が満たされ、この配分ウエイト行列に対して、

(1-4) $$Y = W_g X + U$$

と表すことができる。

以上のことから、本章の目的は商品グループ内に存在する分類 A と分類 B の対応関係とそれぞれの分類に対応する統計値 X と Y が得られたとき、（1-3）式と（1-4）式から配分ウエイト行列 W_g を推計することになる。

分類 A から分類 B の方向に対する配分ウエイト行列 W_g が得られると逆の方向である分類 B から分類 A の方向の配分ウエイト行列も簡単に計算できる。表 2 において、分類 A から分類 B の方向の配分額が示されており、

$$W_g D(x_1 \cdots x_n)$$

である。ここで、$D(x)$ はベクトル x が与えられたときその要素を対角要素として非対角要素をすべて 0 とする対角行列を表わす。すなわち、

$$D(x) = \begin{pmatrix} x_1 & & \\ & \ddots & \\ & & x_n \end{pmatrix}$$

である。これを利用して分類 B から分類 A の方向の配分ウエイト行列は、

(1-5) $$W_g^{\bullet} = D(y_1 \cdots y_m)^{-1} W_g D(x_1 \cdots x_n)$$

として表わされる。野田の「商品分類の改訂に伴う貿易統計の変換―日本および韓国を例として―」において、分類 A から分類 B の方向に対する配分ウエイトが得られてもその逆の方向になる配分ウエイトの推計はそれぞれ別に推計し直す必要があると述べている。しかし、（1-5）式のように配分額を利用することで逆の方向の

配分ウエイトも簡単に推計できることになる。

２．配分ウエイトの推計方法

アジア経済研究所ではW_gを推計するいくつかの簡便的な方法として、（1）詳細分類コードをもとにした均等配分による推計方法、（2）すべてに対応するとした配分ウエイト W を同一パターンと仮定して推計した後、対応関係の有無により調整する方法、（3）制約条件なしで（1-2）式を直接推計し、対応関係の調整をする方法、（4）ウエイト条件の（1-1）式を制約条件として（1-2）式を直接推計し、対応関係の調整をする方法、（5）、回帰式により（1-4）式を推計する方法（6）(1) の均等配分の配分ウエイトを初期条件とした比例反復法、が試みられている。

2.1　均等配分による配分ウエイトの推計

均等配分による配分ウエイトの推計は取引額を考慮せずに、商品グループ内において、商品分類体系に存在する最下位レベルの分類コードにもとづく対応関係の個数のみから推計する仮定が厳しい推計方法である。均等配分による推計方法の詳細については黒子の「商品分類の産業分類への変換ー変換エラーデータの処理ー」の中の「均等配分による変換」を参照すること。この方法は対応しているか否かの情報をもとに推計するため、対応しているものについては配分ウエイトの分布は一様分布、すなわち均等配分となる。

一般的な配分ウエイト行列W_gにおいてそれぞれの要素に対応して対応関係が存在するとき 1、存在しないとき 0 となる関数を$a(W_g)$とする。存在する対応関係のみから表された配分ウエイト行列は配分ウエイトとして均等配分を仮定しているので、$a(W_g)$が（1-3）式のウエイト条件を満たすようにすることで作成できる。すなわち、均等配分による配分ウエイト行列を$W(e)$とすれば、

$$W(e) = a(W_g)\cdot D(l_m{}'a(W_g))^{-1} \qquad (2\text{-}1)$$

として得られる。

詳細分類コードから構成される$m \times n$の配分ウエイト行列の$a(W_g)$において分類Aと分類Bに対して任意のm_1（$m_1 \le m$）個とn_1（$n_1 \le n$）個の個別分類コードをそれぞれ統合する。分類Aにおいて第1番目の個別分類コードから第m_1番目まで、分類Bにおいて第1番目の個別分類コードから第m_1番目までを統合することに限定しても一般性を失わない。$a(W_g)$をつぎのように分割する。

$$a(W_g) = \begin{pmatrix} Q_{11} & Q_{12} \\ Q_{21} & Q_{22} \end{pmatrix}$$

ここで、分割されたQ_{11}は$m_1 \times n_1$行列、Q_{12}は$m_1 \times (n\text{-}n_1)$行列、$Q_{21}$は$(m\text{-}m_1) \times n_1$行列、$Q_{22}$は$(m\text{-}m_1) \times (n\text{-}n_1)$行列である。分類$A$の統合のための変換行列を$C_A$とする。$C_A$は$n \times (n\text{-}n_1\text{+}1)$行列である。

$$C_A = \begin{pmatrix} l_{n_{11}} & O \\ o & I_{n-n_{11}} \end{pmatrix}$$

ここで、oはすべての要素が0であるベクトル、Oはすべての要素が 0 である行列、I_mはm次元の単位行列である。同じようにして、分類Bの統合のための変換行列をC_Bとすれば、

$$C_B{}' = \begin{pmatrix} l_{m_{11}} & O \\ o & I_{m-m_{11}} \end{pmatrix}$$

である。統合された$(m\text{-}m_1\text{+}1) \times (n\text{-}n_1\text{+}1)$の行列は、

$$a^*(W_g) = C_B{}'a(W_g)C_A$$

で表される。統合された均等配分による配分ウエイト行列を$W^*(e)$とすれば、

$$W^*(e) = a^*(W_g)\cdot D(l_{m-m_{11}+1}{}'a^*(W_g))^{-1} \qquad (2\text{-}2)$$

として得られる。分類が詳細分類コードというのは表 4 において示されている (1) の表である。

表４　詳細分類による均等配分ウエイトと 3 桁レベル分類コードの均等配分ウエイト

（1）詳細分類コードの対応関係

分類 *A* ＼ 分類 *B*	59832	33452	59832	33452	59832	33452
59861	ω_{11}	ω_{12}	1	1	1/2	1/5
59862	ω_{21}	ω_{22}	1	1	1/2	1/5
59771	0	ω_{32}	0	1	0	1/5
59772	0	ω_{24}	0	1	0	1/5
59773	0	ω_{52}	0	1	0	1/5
Total	1	1	2	5	1	1

（2）詳細分類コードにもとづく 3 桁レベル分類コードの対応関係

分類 A ＼ 分類 B	598	334	598	334	598	334
598	ω_{11}	ω_{12}	2	2	1	2/5
597	0	ω_{22}	0	3	0	3/5
Total	1	1	2	5	1	1

（3）3 桁レベル分類コードの対応関係

分類 A ＼ 分類 B	598	334	598	334	598	334
598	ω_{11}	ω_{12}	1	1	1	1/2
597	0	ω_{22}	0	1	0	1/2
Total	1	1	1	2	1	1

（出所）著者作成

（注）分類 *A* は SITC-R2、分類 *B* は SITC-R1 をそれぞれ表わす。ω_{ij} は分類コード商品グループ内における A_j から B_i への方向に対する配分ウエイトである。各表において左側から順に $W_g, a(W_g), W(e)$ を表わす。

配分ウエイト行列 W_g は 5×2 である。この表ににおいて、3 桁を上位桁レベル分類コードとしたのが（2）表であり、W_g は 2×2 となる。上位桁レベル分類コードにおいて詳細分類コードの情報を考慮したときには分類 *A* の 334 から分類 *B* の 597 の配分ウエイトは 3/5 である。ところが同じ配分ウエイトが詳細分類コードを考慮しないときには 1/2 となる。アジア経済研究所の均等配分の方法は上位レベル分類は前者の詳細分類コードを考慮した方法を採用している。

本書の序章で紹介しているように詳細分類コードにもとづく対応関係の配分構造を均等に配分する変換モデルとしてアジア経済研究所の SITC-R2 から SITC-R1 への変換表がある。この変換表は SITC-R2 と SITC-R1 のそれぞれの基本項目にもとづく個別分類コードを固定的に利用してモデル化しているため、そこで使用されている分類コードと貿易統計データの商品分類コードに完全に一致しない限り、上位桁レベル分類コードあるいは下位レベル分類コードが一致していても該当なしと判断されることである。

この変換表の分類コードが一致しないときの処理が無視されている欠点を解決したのがアジア経済研究所が 2002 年以降採用している黒子の「商品分類の産業分類への変換－変換エラーデータの処理－」の中の「均等配分による変換」の方法である。野田編の『改訂版世界貿易マトリクス』における第 2 部の表 2「世界貿易マト

リクス:国際産業連関表 24 部門分類にもとづく時系列取引額表」は SITC から国際産業連関表 24 部門分類への変換方法として黒子の均等配分による方法を採用している。本書でも利用している SITC-R1 を基礎とした長期時系列データは黒子による均等配分の方式により作成したものである。

2.2　同一配分パターンのウエイトの推計

同一配分パターンによるウエイトの推計は取引額を考慮した推計方法である。この方法は 2 つの処理過程から構成される。最初は、商品グループ内における対応関係がすべてに関係しているとして、しかも分類 A と分類 B は互いに独立と仮定する。次に、ウエイト条件を利用して対応関係のないところを調整する。

最初の処理として、商品グループ内における対応関係がすべて存在しているとして、商品グループ内の総取引額を $x_{\bullet} = y_{\bullet}$ とする。表 2 に示されているように分類コード A_j から分類コード B_i への対応関係における配分額は $x_j \omega_{ij}$ 、A_j の総額は x_j 、B_i の総額は y_i である。この表において、分類 A と B が独立であるとすれば、配分額は、

$$x_j \omega_{ij} = x_{\bullet}(y_i / x_{\bullet})(x_j / x_{\bullet})$$

となる。配分ウエイトは $\omega_{ij} = y_i / x_{\bullet}$ となるので j とは無関係に i のみに依存することになる。$j = 1 \cdots n$ に対して $\omega_{ij} = \omega_i$ とすれば、すべてが対応している配分ウエイト行列は、

$$W = \begin{pmatrix} \omega_1 & & \omega_1 \\ \vdots & \cdots & \vdots \\ \omega_m & & \omega_m \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \omega_1 \\ \vdots \\ \omega_m \end{pmatrix} l_n'$$

となる。この式を（1-1）式に代入して、U=O とおき、右から l_k をかければ、

$$Yl_k = WXl_k = \begin{pmatrix} \omega_1 \\ \vdots \\ \omega_m \end{pmatrix} l_n' Xl_k$$

となる。$l_n' Xl_k$ はスカラーなので、この値で両辺を除すると、配分パラメータ $\omega_1 \cdots \omega_m$ は、

$$\begin{pmatrix} \omega_1 \\ \vdots \\ \omega_m \end{pmatrix} = Yl_k / (l_n' Xl_k) = \begin{pmatrix} \bar{y}_1 \\ \vdots \\ \bar{y}_m \end{pmatrix} / (\bar{y}_1 + \cdots + \bar{y}_m)$$

として得られる。

一般に配分ウエイト行列には 0 となる要素が存在するため、$a(W_g)$ を利用して対応関係のないところを調整する。

$$W_2 = D(\omega_1 \cdots \omega_m) a(W_g)$$

とおき、ウエイトの条件を満たすように作り直す。同一パターンを持つ配分ウエイト行列を $W(p)$ とすれば、

(2-3)　$$W(p) = W_2 \cdot D(l_m' W_2)^{-1}$$

として得られる。

同一パターンによるウエイト推計方法の詳細については黒子の「貿易商品分類 SITC から IO24 部門分類への変換－変換エラーデータの処理－」の中の「金額加重配分による変換」を参照すること。また、分類が詳細分類コードであれば、均等配分による配分ウエイトの推計値は（2-3）式に、

$$k = 1, \quad y = (1 \cdots 1)'$$

と置いても得られる。

2.3　制約条件なしの最小 2 乗法

制約条件なしの最小 2 乗法はすべてに対応していると仮定された配分ウエイト行列 W に対して、（1-2）式における U の最小 2 乗法を利用して W の推定量を求める方法である。最小 2 乗法の定義には一般化分散や全変動等を最小にするいくつかの方法があるが本章では後者を基礎とする。すなわち、この方法は（1-2）式の U に対して、

(2-3)　$$s = tr(UU')$$

として、（2-3）式を行列 W の要素で編微分して 0 と置いたときの W を解とする。この方法では

（2-3）式は、

$$tr(UU') = tr\left\{\begin{pmatrix} u_1' \\ \vdots \\ u_n' \end{pmatrix}(u_1 \cdots u_n)\right\}$$

$$= \sum_{i=1}^{n} u_i' u_i$$

として表わされるスカラーとなり、（2-3）式から、

(2-4) $$tr(UU') = tr\{YY' - WXY' - YXW' + WXX'W'\}$$

である。スカラーである（2-3）式に対する行列 W の偏微分は、

$$\partial s / \partial W = \begin{pmatrix} & & \\ & \partial s / \partial \omega_{ij} & \\ & & \end{pmatrix}$$

として定義される。したがって、（2-4）式における右辺の第 2 項目と第 3 項目は、

$$\partial tr(WXY') / \partial W = \partial tr(YX'W') / \partial W = YX'$$

である（注1）。（2-4）式の右辺の第 4 項目は、

$$\partial tr(WXX'W') / \partial W = 2WXX'$$

となる（注2）。$\partial s / \partial W = 0$ となる解を求めるので、

(2-5) $$YX' - WXX' = 0$$

から、

(2-6) $$\hat{W} = YX'(XX')^{-1}$$

が得られる。$\hat{W}$ の要素が負であるものは 0 に置き換え W_2 とする。さらに、対応関係を考慮して

$$W_3 = W_2 \bullet a(W_g)$$

とおく。ここで、演算子$\bullet$は行列の対応する要素ごと積を表わす。行列 A の要素を a_{ij} 、B の要素を b_{ij} とするとき、

$$A \bullet B = \begin{pmatrix} & & \\ & a_{ij} b_{ij} & \\ & & \end{pmatrix}$$

とする。W_3 をウエイト条件を満たすように作り直せば、制約条件なしの配分ウエイト行列 $W(l)$ は、

(2-7) $$W(l) = W_3 \cdot D(l_n' W_3)^{-1}$$

として得られる

2.4　ウエイト制約条件付き最小 2 乗法

ウエイト制約条件付きの最小 2 乗法はすべてに対応していると仮定された配分ウエイト行列 W に対して、ウエイト条件の（1-1）式と（1-2）式における U の最小 2 乗法を利用して W の推定量を求める方法である。最小 2 乗法は全変動を基礎とする。すなわち、この方法は、

(2-8) $$s_2 = tr(UU') + (l_m' W - l_n') 2\lambda$$

として、（2-8）式を行列 W の要素で偏微分して 0 と置いたときの解であり、これを $\tilde{W}$ とする。前節と同じようにして、スカラーである（2-8）式に対する行列 W の偏微分の結果は、

$$YX' + WXX' + l_m \lambda' = 0$$

である（注3）。（2-8）式に対するベクトル λ の偏微分の結果から、

$$l_m' W - l_n' = 0$$

が得られる。これはウエイト条件である（1-1）式そのものである。XX' が正則でなければ逆行列が存在するので、$(XX')^{-1}$ を（2-8）式の右から乗ずることにより得られる解を $\tilde{W}$ とする。（2-6）式を利用すれば、

(2-9) $$\tilde{W} = YX'(XX')^{-1} + l_m \lambda'(XX')^{-1} = \hat{W} + l_m \lambda'(XX')^{-1}$$

となる。(2-9) 式の両辺に対して左から l_m' を乗ずると、

$$l_m' \tilde{W} = l_m' \hat{W} + m\lambda'(XX')^{-1}$$

となり、左辺は（1-1）式から l_n' となるので、$\lambda'(XX')^{-1}$ についてまとめると、

$$\lambda'(XX')^{-1} = m^{-1}(l_n' - l_m' \hat{W})$$

となる。さらに、

(2-10) $$l_m \lambda'(XX')^{-1} = m^{-1}(l_m l_n' - l_m l_m' \hat{W}) = m^{-1}(L_{nn} - L_{mn} \hat{W})$$

となる。ここで、L_{mn} はすべての要素が 1 である $m \times n$ 行列を表わす。（2-10）式を（2-9）式に

代入してまとめると、

$$\widetilde{W} = (I_m - m^{-1}L_{mn})\hat{W} - m^{-1}L_{nn}$$

が得られる。$\widetilde{W}$ の要素が負であるものは0に置き換えW_2 とする。さらに、対応関係を考慮して

$$W_3 = W_2 \bullet a(W_g)$$

とおき、ウエイト条件を満たすように作り直せば、制約条件付きの配分ウエイト行列$W(rl)$ は、

(2-11) $$W(rl) = W_3 \cdot D(l_n{}' W_3)^{-1}$$

として得られる。

2.5 回帰式によるウエイト制約条件付き最小2乗法

回帰式によるウエイト制約条件付き最小2乗法は制約条件付き最小2乗法を回帰式の形式に表現し直した方法である。(1-2) 式を転置して、$Y' = X'W' + U'$ とする。この式の各要素をまとめると、$y_i = X'\omega_i + u_i \quad i = 1 \cdots n$ と表わされ、この式を行列表現で表わせば、

$$\begin{pmatrix} y_1 \\ \vdots \\ y_n \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} X' & & \\ & \ddots & \\ & & X' \end{pmatrix} \begin{pmatrix} \omega_1 \\ \vdots \\ \omega_m \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} u_1 \\ \vdots \\ u_n \end{pmatrix}$$

となる。さらに、ベクトルy を$y' = (y_1{}' \cdots y_n{}')$、行列$X^*$ を、

$$X^* = \begin{pmatrix} X' & & \\ & \ddots & \\ & & X' \end{pmatrix}$$

ベクトルω を、

$$\omega = (\omega_1{}' \cdots \omega_m{}')' = \begin{pmatrix} \begin{pmatrix} \omega_{11} \\ \vdots \\ \omega_{1n} \end{pmatrix} \\ \vdots \\ \begin{pmatrix} \omega_{m1} \\ \vdots \\ \omega_{mn} \end{pmatrix} \end{pmatrix}$$

ベクトル u を$u' = (u_1{}' \cdots u_n{}')$ とする。これをまとめると、

(2-12) $$y = X^*\omega + u$$

となる。I_n を m 個横に並べた行列を、$C = (I_n \cdots I_n)$ とする。ベクトルωはウエイトを表わしているので、

(2-13) $$C\omega = \omega_1 + \cdots + \omega_m = l_n$$

となる。

商品分類の対応関係では商品グループ内に対応関係がないウエイトが存在するのが一般的であり、ω_i の要素の中に0となるものが含まれる。(2-12) 式および (2-13) 式はω_i の要素の中に0が含まれていないという前提で作られているが、この部分に0も含むように設定を変更する必要がある。配分ウエイトω_i においてその要素が0であるものを取り除き、0でない要素のみからなるベクトルをつくる。ω_i の0である要素をω_{ij} とするとき、m 次元の単位行列から j 行を取り除いた行列をD_i とする。取り除くj は複数個あってもかまわない。

要素として0を含まないベクトルを調整済みベクトルとする。調整済みベクトルは1次変換により、$\omega_i^D = D_i\omega_i, \quad i = 1 \cdots m$ として得ることができる。ω_i^D に対して$D_i = I_m$ であるので、

$$(\omega^D)' = ((\omega_1^D)' \cdots (\omega_m^D)')$$

と、

$$D = \begin{pmatrix} D_1 & & \\ & \ddots & \\ & & D_m \end{pmatrix}$$

とすれば、$\omega^D = D\omega$ となる。

ベクトルωに対応する観測値行列 X*および行列Cに対しても同じような操作が必要となる。すなわち、ωから取り除く要素に対応する X*のすべての列を取り除き調整済みの行列として、$X^{*D} = X^* D'$ とする。また、同じようにして C についても調整済み行列は、$C^D = CD'$ とする。なお、C^D に関してはすべてが0である要素からなる行は削除する。

対応関係調整済みのω^D、X^{*D} とC^D に対して、(2-12) 式に相当するのが、

(2-12’) $y = X^{*D}\omega^D + u^D$

であり、(2-13) 式に相当するのが、

(2-13’) $C^D\omega^D = l_m$

である。配分ウエイトの推計にはラグランジェ乗数法を利用して、(2-13’) 式を満足するという制約条件のもとで (2-12’) 式の残差平方和 $(u^D)'u^D$ を最小にする ω^D の値 $\tilde{\omega}^D$ を求めるという方法を採用する。ベクトルを λ とおいて、スカラーs を次のようにする。

(2-14) $s = (u^D)'u^D + \lambda'(C^D\omega^D - l_m)$

この式に (2-12’) 式を代入した後、ω^D に関して偏微分して 0 とおく。

$$\partial s / \partial\omega^D = -2(X^{*D})'(y - X^{*D}\omega^D) + (C^D)'\lambda$$

この式より、$(X^{*D})'X^{*D}$ 行列が正則行列であれば $\tilde{\omega}^D$ が得られ、

(2-15) $\tilde{\omega}^D = \hat{\omega}^D - [(X^{*D})'X^{*D}]^{-1}(C^D)'\lambda$

となる。ここで、$\hat{\omega}^D$ は (2-14) 式において (2-13’) 式の制約条件がないときに得られる ω^D の最小 2 乗推定量であり、

(2-16) $\hat{\omega}^D = [(X^{*D})'X^{*D}]^{-1}(X^{*D})'y$

である。さらに、$\partial s / \partial\lambda = 0$ を満足する $\tilde{\omega}^D$ は、

(2-17) $C^D\tilde{\omega}^D - l_m = 0$

も同時に満足する必要がある。これは (2-13’) 式の制約条件そのものであり、

$$C^D\tilde{\omega}^D = C^D\hat{\omega}^D - C^D[(X^{*D})'X^{*D}]^{-1}(C^D)'\lambda$$
$$= l_m$$

となる。この式から λ を求めて、

$$\lambda = \{C^D[(X^{*D})'X^{*D}]^{-1}(C^D)'\}^{-1} \bullet$$
$$(C^D\hat{\omega}^D - l_m)$$

を得る。さらに、

(2-18) $$M = [(X^{*D})'X^{*D}]^{-1}(C^D)' \bullet \{C^D[(X^{*D})'X^{*D}]^{-1}(C^D)'\}^{-1}$$

とするとき、ウエイト制約条件付きの最小 2 乗推定量として、

(2-19) $$\tilde{\omega}^D = \hat{\omega}^D - M(C^D\hat{\omega}^D - l_m) = (I - MC^D)\hat{\omega}^D + Ml_m$$

が得られる。この方法の詳細については野田の「商品分類の対応関係における配分ウエイトの推計―SITC-R1 系列の 3 桁レベル分類コード作成に向けて―」を参照すること。

2.6 比例反復法

正の実数を要素とする $m \times n$ 行列を G、その要素である g_{ij} は知られていないとする。また、すべての要素が 1 からなる m 次元のベクトルを l_m とする。すべての要素が知られている $m \times n$ 行列 $G^{(0)}$ を基礎として、行列 G の周辺和が $Gl_n = y = (y_1 \cdots y_m)'$ 、$l_m'G = x = (x_1 \cdots x_n)$ 、すべての要素の和が

$$l_m'Gl_n = y'l_m = x'l_n = g$$

となるように、行列 G のすべての要素を推計する統計的方法の 1 つに比例反復法 (Iterative Scaling Procedire: ISP) がある。

正の実数を要素として持つ任意の $m \times n$ 行列を $G^{(k)}$ とする。$k = 0,1,2,\cdots$ である。比例反復法は初期値を $G^{(0)}$ として、$k = 1 \cdots n$ に対して、

(2-20) $G^{(2k-1)} = G^{(2k-2)}D(l_m'G^{(2k-2)})^{-1}D(x)$

(2-21) $G^{(2k)} = D(y)D(G^{(2k-1)}l_n)^{-1}G^{(2k-1)}$

となるように、(1) 式および (2) 式を 1 組として繰り返すことでおこなわれる。この繰り返しにより $G^{(k)}$ は k を限りなく大きくすることにより $G^{(k)} \to G$ となり、一意的に収束する。

アジア経済研究所では初期値の $G^{(0)}$ を詳細分類にもとづいて均等配分した推計値を利用し、周辺和を取引額の構成比として配分ウエイトを推計する。x と y は構成比なので周辺和のすべての要素の和 g は 1 となる。実際に計算では比例反復法の収束誤差を整数の範囲で処理したいため、適当な整数 m を設定し、構成比に 10^m を乗じて周辺和としており、すべての周辺和の和は 10^m となる。

3．配分ウエイトの推計モデル

配分ウエイト推計の具体例として 4 桁レベル

表５　詳細分類コードおよび４桁レベル分類コードにもとづく対応関係の商品グループ

G	*s type*	*SITC-R1*	*SITC-R2*	f_1	f_2	Q_1	Q_2
（1）詳細分類コードの対応関係							
300	1 4a	3218	32321	2	2	1	1
300	1 4a	3218	32322	2	1	1	2
300	1 4a	51328	32321	1	2	2	1
384	1 3	51311	52211	1	3	1	1
384	1 3	51312	52211	1	3	2	1
384	1 3	51313	52211	1	3	3	1
385	1 1	51324	52212	1	1	1	1
386	1 1	51321	52213	1	1	1	1
387	1 1	51322	52214	1	1	1	1
388	1 1	51323	52215	1	1	1	1
389	1 1	51325	52216	1	1	1	1
390	1 1	51326	52217	1	1	1	1
391	1 1	51327	52218	1	1	1	1
（2） 4 桁レベル分類コードにの対応関係							
212	1 4a	3232	3218	2	1	1	1
212	1 4a	3232	5132	2	2	1	3
212	1 4a	3232	5131	2	1	2	2
212	1 4a	3232	5132	2	2	2	3

（出所）著者作成

分類コードにもとづく SITC-R2 から SITC-R1 へ向けた対応関係の商品グループ 212 をいくつかの方法で推計した結果を紹介する (注4)。商品分類 SITC-R1 と SITC-R2 の詳細な分類コードである基本項目による対応関係コード表は UN 統計局発行の *Standard International Trade Classification, Revision 2* から得ることができる。この対応関係コード表は 1,309 個の SITC-R1 の個別分類コードと 1,832 個の SITC-R2 の個別分類コードの間のいくつかの組み合わせにより 2,002 個の対応関係から構成されている。この 4 桁レベル分類コードにもとづく商品グループは表 3 に示されているように詳細分類コードの対応関係にもとづくいくつかの商品グループから構成される。表 3 に示されている詳細分類コードにもとづく対応関係は表 5 の（1）に示されており、SITC-R1 と SITC-R2 の対応関係の基本モデル GRT_{12}[B]である (注4)。対応関係の基本モデルの詳細は野田の「商品分類の改定にともなう対応関係の連結」を参照すること。表 5 において G は商品グループの一連番号、s はそのサブグループの一連番号、*type* はこのグループ・サブグループの対応関係のタイプを表す。この商品グループにはサブグループが存在しないので s はすべて 1 である。SITC-R1 と SITC-R2 は商品分類に対応する個別分類コード、f_1 は SITC-R1 が SITC-R2 へ対応する分類コードの個数、f_2 は SITC-R2 が SITC-R1 へ対応する分類コードの個数、Q_1 と Q_2 は商品グループ内におけるそれぞれの商品分類の個別分類コードの一連番号を表わす。本節において推計の対象となる 4 桁レベル分類コードの商品グループ 212 は詳細分類コードの商品グループの 300,384,385,386,387,388, 398,390,391 から導出される。

配分ウエイトの推計は on-line から検索された UN Comtrade の貿易統計データをアジア経済研究所世界貿易統計データシステムの使用に合わせて調整した新 AID-XT（Ajiken Indicator of Developing economies: eXtended for Trade statistics）基礎データの中から報告国の日本の輸出を対象として推計する (注5)。アジア経済研究所では on-line から検索により得られた UN Comtrade の貿易統計データについて報告国、輸出入区分ごとに商品分類および相手国のサムチェックによる整合性の検討をおこない、商品分類に関しては整合性が保証されていない国はできるだけサムチェックという意味において整合性のあるようにデータの補正をしている。また、商品分類コードの中で下位のレベルの分類コードを持たないものを詳細分類コードといい、詳細分類コードの取引額を合計すると商品総額に一致する分類コードの集まりを整合性のある詳細分類

表６　４桁レベル分類コードの商品グループ 204 を構成する日本の輸出額　　（単位：1,000US$）

SITC-R1

(3218)	
1962	457
1963	440
1964	327
1965	969
1966	1753
1967	1507
1968	2050
1969	2945
1970	3923
1971	8417
1972	12112
1973	20404
1974	34532
1975	58575
(5131)	
1964	84
(51311)	
1962	5
1963	19
1965	13
1966	167
1967	26
1968	14
1969	16
1970	25
1971	47
1972	19
1973	36
1974	133
1975	57
(51312)	
1962	6
1963	9
1965	9
1966	16
1967	15
1968	115
1969	132
1970	90
1971	60
1972	47
1973	80
1974	112
1975	126
(51313)	
1962	25
1963	58
1965	92
1966	216
1967	279
1968	281
1969	244
1970	336
1971	447
1972	492
1973	1345
1974	2491
1975	1769
(5132)	
1964	6224
(51321)	
1965	112
1966	35
1967	62
1968	21
1969	12
1970	28
1971	77
1972	77
1973	31
1974	14
1975	285
(51322)	
1962	2698
1963	3248
1965	3292
1966	4860
1967	4888
1968	6811
1969	8426
1970	11947
1971	17845
1972	24536
1973	24506
1974	27742
1975	25743
(51323)	
1962	11
1963	5
1965	14
1966	38
1967	30
1968	734
1969	106
1970	86
1971	66
1972	70
1973	83
1974	48
1975	108
(52324)	
1965	1111
1966	1948
1967	1755
1968	2516
1969	4642
1970	7179
1971	6558
1972	10708
1973	16170
1974	17902
1975	13402
(51325)	
1962	10
1963	91
1965	1568
1966	588
1967	453
1968	287
1969	576
1970	181
1971	353
1972	111
1973	1088
1974	326
1975	497
(51326)	
1965	60
1966	22
1967	58
1968	15
1969	34
1970	109
1971	84
1972	168
1973	266
1974	217
1975	372
(51327)	
1962	871
1963	1482
1965	2761
1966	2867
1967	3499
1968	4265
1969	4204
1970	4500
1971	6449
1972	7930
1973	7121
1974	10244
1975	15627
(51328)	
1966	2
1967	1
1974	1

SITC-R2

(32321)	
1976	40998
1977	42016
1978	72300
1979	171750
1980	229086
1981	212336
1982	166794
1983	180840
1984	207630
1985	196709
1986	205271
1987	229460
(32322)	
1984	18
1986	2
(52211)	
1976	1472
1977	2110
1978	3466
1979	3199
1980	3356
1981	7511
1982	6912
1983	8126
1984	5993
1985	5015
1986	3636
1987	5351
(52212)	
1976	18095
1977	17940
1978	15817
1979	20310
1980	26153
1981	28855
1982	28592
1983	33835
1984	37216
1985	41989
1986	43847
1987	62319
(52213)	
1976	163
1977	32
1978	67
1979	28
1980	48
1981	21
1982	33
1983	215
1984	108
1985	326
1986	143
1987	37
(52214)	
1976	25856
1977	24305
1978	28961
1979	37132
1980	60975
1981	73158
1982	70327
1983	74876
1984	58926
1985	78625
1986	84194
1987	95798
(52215)	
1976	153
1977	227
1978	145
1979	96
1980	207
1981	126
1982	148
1983	248
1984	255
1985	379
1986	1287
1987	1900
(52216)	
1976	166
1977	347
1978	843
1979	4039
1980	3438
1981	2787
1982	2582
1983	339
1984	672
1985	2540
1986	1571
1987	1317
(52217)	
1976	301
1977	890
1978	1941
1979	2786
1980	3195
1981	4516
1982	1464
1983	1131
1984	844
1985	828
1986	835
1987	2083
(52218)	
1976	16755
1977	19605
1978	30677
1979	29658
1980	23857
1981	26106
1982	21177
1983	24342
1984	17311
1985	11489
1986	14822
1987	15719

（出所）on-line から検索された UN Comtrade の貿易統計データをアジア経済研究所世界貿易統計データシステムの使用に合わせて調整した AID-XT にもとづき著者作成

表７　４桁レベル分類コードにもとづく商品グループ 212 における配分ウエイトの構造

SITC-R2 ＼ SITC-R1	3232 (1)	5211 (2)	3232 (1)	5211 (2)
3218 (1)	ω_{11}	0	2	0
5131 (2)	0	ω_{22}	0	3
5132 (3)	ω_{31}	ω_{32}	1	7

（出所）著者作成

（注）左の表は配分ウエイトの構造であり、右の表は詳細分類を対象とした対応関係の個数である。

コードという。アジア経済研究所ではこの整合性のある詳細分類コードによる商品分類をもとにした貿易統計データを新 AID-XT の基礎データという。

４桁レベル商品グループ 212 を構成するそれぞれの個別詳細分類コードに対応する AID-XT 基礎データにおける日本の輸出額は表 6 に示されている。表 6 において SITC-R1 に属する詳細分類コードは 3218 から始まって 51328 までの 14 個、SITC-R2 に属する詳細分類コードは 32321 から始まって 52218 までの 10 個が存在する。日本では SITC-R1 は 1962 年から 1975 年までをカバーしでているが、それに属する分類コードにおいて 51311 から 51313 までの分類コードには 1964 年を含まず､代わりに 4 桁レベル分類コードの 5131 が 1964 年として存在する。同じように 51321 から 51328 までの分類コードは 1964 年を含まず、45132 が 1964 年に存在する。SITC-R2 については詳細分類コードにおけるこのような欠損値は存在しない。したがって、詳細分類コードによる配分ウエイトの推計はできないため、4 桁レベル分類コードによって構成された商品グループ 212 の配分ウエイトを推計する。本節で 4 桁レベル分類コードの商品グループを推計の対象とした理由はここにある。

この商品グループ 212 における配分ウエイトの構造が表 6 に示されており、対応関係のタイプが 4a であるため､取引額が得られると代数方程式で解ける特殊な関係にあることに注意すること (注 6)。前述したように配分ウエイトの推計においては取引額を直接使用せずにその構成比を利用する。商品グループ内の 4 桁レベル分類コードの構成比は表 8 に示されており、各構成比の系列は図 1 に示されている。

3.1 均等配分による推計方法

均等配分法は取引額とは無関係に対応関係の配分構造のみから推計される。4 桁レベル分類コードの商品グループ 212 とその基礎となっている詳細分類コードの対応関係は表 5 に示されており､4 桁レベル分類コードの配分構造は表 7 左の表、詳細分類コードの配分構造は表 3 に示されている。4 桁レベル分類コードから直接求める均等配分の推計は表 7 から 3×2 の W_g が求められ、

$$(3\text{-}1)\qquad a(W_g)' = \begin{pmatrix} 1 & 0 & 1 \\ 0 & 1 & 1 \end{pmatrix}$$

となる。(2-1) 式より配分ウエイト行列は、

$$W(e)' = \begin{pmatrix} 1/2 & 0 & 1/2 \\ 0 & 1/2 & 1/2 \end{pmatrix}$$

が計算される。表 9 の (1) にこの結果が示されている。詳細分類コードにもとづく均等配分法は表 3 から 12×10 の W_g が求められ、

$$a(W_g) = \begin{pmatrix} \begin{pmatrix} 1 & 1 \\ 1 & 0 \end{pmatrix} & & \\ & l_3 & \\ & & I_7 \end{pmatrix}$$

となる。詳細分類コードから 4 桁レベル分類コ

表８　SITC 各系列の 4 桁レベル分類コードにおける日本の輸出額比率と期間ごとの比率平均

（1）4 桁レベル分類コードの輸出額比率

y	SITC-R1 3218 (y_1)	SITC-R1 5131 (y_2)	SITC-R1 5132 (y_3)	SITC-R2 3232 (x_1)	SITC-R2 5221 (x_2)
1962	0.1119275	0.0088170	0.8792554	.	.
1963	0.0822123	0.0160688	0.9017190	.	.
1964	0.0492841	0.0126601	0.9380558	.	.
1965	0.0968903	0.0113989	0.8917108	.	.
1966	0.1401055	0.0318894	0.8280051	.	.
1967	0.1198600	0.0254514	0.8546886	.	.
1968	0.1198200	0.0239640	0.8562160	.	.
1969	0.1380232	0.0183718	0.8436050	.	.
1970	0.1381144	0.0158780	0.8460076	.	.
1971	0.2083261	0.0137119	0.7779620	.	.
1972	0.2152479	0.0099165	0.7748356	.	.
1973	0.2868551	0.0205399	0.6926051	.	.
1974	0.3682942	0.0291803	0.6025255	.	.
1975	0.5025266	0.0167466	0.4807268	.	.
1976	.	.	.	0.3943670	0.6056330
1977	.	.	.	0.3909483	0.6090517
1978	.	.	.	0.4688199	0.5311801
1979	.	.	.	0.6384806	0.3615194
1980	.	.	.	0.6539429	0.3460571
1981	.	.	.	0.5974295	0.4025705
1982	.	.	.	0.5596569	0.4403431
1983	.	.	.	0.5582308	0.4417692
1984	.	.	.	0.6312007	0.3687993
1985	.	.	.	0.5821515	0.4178485
1986	.	.	.	0.5772452	0.4227548
1987	.	.	.	0.5542726	0.4457274
平均	0.1841062	0.0181853	0.7977085	0.550562	0.4494378

（2）期間ごとの平均

(74-75), (76-77)	0.4354104	0.0229634	0.5416262	0.3926577	0.6073423
(73-75), (76-78)	0.3858919	0.0221556	0.5919525	0.4180451	0.5819549
(72-75), (76-79)	0.3432309	0.0190958	0.6376733	0.4731540	0.5268460
(71-75), (76-80)	0.3162500	0.0180190	0.6657310	0.5093117	0.4906883
(70-75), (76-81)	0.2865607	0.0176622	0.6957771	0.5239980	0.4760020
(69-75), (76-82)	0.2653410	0.0177636	0.7168954	0.5290922	0.4709078
(68-75), (76-83)	0.2471509	0.0185386	0.7343105	0.5327345	0.4672655
(67-75), (76-84)	0.2330075	0.0193067	0.7476858	0.5436752	0.4563248
(66-75), (76-85)	0.2237173	0.0205650	0.7557177	0.5475228	0.4524772
(65-75), (76-85)	0.2121866	0.0197317	0.7680808	0.5475228	0.4524772
(64-75), (76-85)	0.1986123	0.0191424	0.7822453	0.5475228	0.4524772
(63-75), (76-86)	0.1896584	0.0189060	0.7914356	0.5502249	0.4497751

（出所）著者作成

（注）(1) において SITC-R1 は 3218、5131、5132 の 3 個の分類コード、SITC-R2 は 3232、5221 の 2 個の分類コードから構成されている。輸出額比率は SITC-R1 については 3218、5131、5132 に対応する取引額の構成比率、SITC-R2 は 3232、5221 に対応する取引額の構成比率である。(1) において平均の期間は SITC-R1 では (1962-1975)、SITC-R2 では (1976-1987)である。(2) において期間の年は西暦年の下 2 桁を使用している。

表９　各種推計方法による4桁レベル分類コードの商品グループ212の配分ウエイト推計値

推計方法＼配分ウエイト	ω_{11}	ω_{31}	ω_{22}	ω_{23}
(1) 均等配分	0.50000	0.50000	0.50000	0.50000
(2) 詳細分類にもとづく均等配分	0.66667	0.33333	0.30000	0.70000
(3) 同一パターン	0.18751	0.81249	0.02231	0.97769
(4) 回帰式によるウエイト条件付最小2乗法	0.36260	0.63740	0.05032	0.94968
(5) 回帰式によるウエイト条件付最小2乗法*	0.39199	0.60801	0.04762	0.95238
(6) 比例反復法	0.33438	0.66562	0.04049	0.95951
(7) UN Comtrade 法	0.00000	1.00000	0.00000	1.00000

（出所）著者作成

（注）取引額を考慮した推計方法ではSITC-R1は（1972-1975）、SITC-R2は（1976-19787）を対象年度としている。

ードへの統合は分類Aでは統合のための変換行列は、

$$C_A' = \begin{pmatrix} 1 & 1 & 0 & \cdots & 0 \\ 0 & 0 & 1 & \cdots & 1 \end{pmatrix}$$

であり、分類Bに対する変換行列は、

$$C_B' = \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & \cdots & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 1 & 1 & 0 & \cdots & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 1 & \cdots & 1 \end{pmatrix}$$

となる。統合された配分のための頻度の行列は3×2の行列となり、

$$\begin{aligned} a^*(W_g) &= C_B' a(W_g) C_A \\ &= \begin{pmatrix} 2 & 0 & 1 \\ 0 & 3 & 10 \end{pmatrix}' \end{aligned}$$

となる。この結果は表7の右の表に示されている。(2-2）式より配分ウエイト行列は、

$$W^*(e) = \begin{pmatrix} 2/3 & 0 & 1/3 \\ 0 & 3/10 & 7/10 \end{pmatrix}'$$

が得られる。表9の（2）にこの結果が示されている。前述したようにアジア経済研究所の均等配分の方法では詳細分類コードを考慮した方法を採用している。

3.1　同一パターンによる推計方法

同一パターンによる推計方法は取引額と配分構造を同時に考慮した推計方法である。しかし、SITC-R2の取引額は無視され、SITC-R1の取引額のみが推計の対象となる。商品グループ内における対応関係がすべて存在している配分ウエイト行列は、

$$W = \begin{pmatrix} \omega_1 \\ \vdots \\ \omega_3 \end{pmatrix} l_2 = \begin{pmatrix} \bar{y}_1 \\ \vdots \\ \bar{y}_3 \end{pmatrix} l_2$$

となる。一般に配分ウエイト行列には0となる要素が存在するため、(3-1）式で表わされる$a(W_g)$を利用して対応関係のないところを調整する。

$$\begin{aligned} W_2 &= D(\bar{y}_1 \cdots \bar{y}_3) a(W_g) \\ &= \begin{pmatrix} \bar{y}_1 & 0 & \bar{y}_3 \\ 0 & \bar{y}_2 & \bar{y}_3 \end{pmatrix}' \end{aligned}$$

とおき、(2-3）式よりウエイトの条件を満たすように作り直す。同一パターを持つ配分ウエイト行列は、

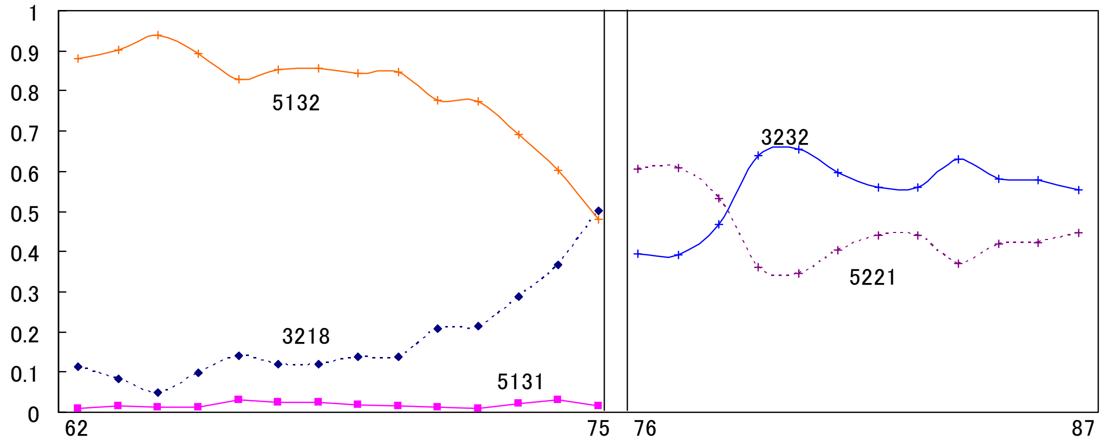
$$\begin{aligned} W(p) &= W_2 \cdot D(l_3' W_2)^{-1} \\ &= \begin{pmatrix} \bar{y}_1/(\bar{y}_1+\bar{y}_3) & 0 \\ 0 & \bar{y}_2/(\bar{y}_2+\bar{y}_3) \\ \bar{y}_3/(\bar{y}_1+\bar{y}_3) & \bar{y}_3/(\bar{y}_2+\bar{y}_3) \end{pmatrix} \end{aligned} \quad (3\text{-}2)$$

として得られる。表8にある（1）の平均を代入して表9の（3）が求められる。

この方法は（3-2）式からわかるように標本数のkを1とした年のデータである$y_1 \cdots y_3$や平均である$k \neq 1$の$\bar{y}_1 \cdots \bar{y}_3$のみにより計算でき

図1　4桁レベル分類コードによる商品グループ 212 の日本の輸出額比率　　　　（単位 : %）

SITC-R1（3218 (y_1), 5131 (y_2), 5132 (y_3)）　　SITC-R2（3232, (x_1), 5221 (x_2)）



（出所）表 8 の（1）にもとづき著者作成

（注）日本の商品分類は 1962 年から 75 年までは SITC-R1、76 年から 87 年までは SITC-R2 である。

表 10　期間の違いによる同一パターンの配分ウエイトの推計値の変化

期間 ＼ 配分ウエイト	ω_{11}	ω_{31}	ω_{22}	ω_{23}
(73-75), (76-78)	0.39463	0.60536	0.03607	0.96392
(72-75), (76-79)	0.34991	0.65008	0.02907	0.97092
(71-75), (76-80)	0.32205	0.67794	0.02635	0.97364
(70-75), (76-81)	0.29171	0.70828	0.02475	0.97524
(69-75), (76-82)	0.27013	0.72986	0.02417	0.97582
(68-75), (76-83)	0.25181	0.74818	0.02462	0.97537
(67-75), (76-84)	0.23759	0.76240	0.02517	0.97482
(66-75), (76-85)	0.22841	0.77158	0.02649	0.97350
(65-75), (76-85)	0.21645	0.78354	0.02504	0.97495
(64-75), (76-85)	0.20248	0.79751	0.02388	0.97611
(63-75), (76-86)	0.19331	0.80668	0.02333	0.97666

（出所）著者作成

（注）期間の表示は左が SITC-R1、右が SITC-R2 を表わし、年は西暦年の下 2 桁を使用している。

る。推計値の期間ごとの推移を見るため、本節では後者を利用して表 8 の (2) に示された期間ごとの平均をもとに推計する。その結果は表 10 に示されている。

取引額は考慮するが配分構造を持たない変換モデルとして UN Comtrade 方式がある。この方式は配分をおこなっておらず最大の取引額を持つ個別分類コードの 1 つにすべてを含めるマッチング方式である。そのため UN Comtrade 方式は同一パターンの推計方式の変形と見なすことができ、推計された配分ウエイトの最大値を 1 としてそれ以外を 0 とした推計方法である。しかし、（3-2）式において $y_1 \cdots y_3$ あるいは $\bar{y}_1 \cdots \bar{y}_3$ のどちらを利用して推計されているかは今のところ明らかではない。推計に当たっては配分構造を想定してはいるものの、結果として最大値を持つ個別分類コードの 1 つのみを選択することになる。本節では後者を利用した UN Comtrade 方式の結果が表 9 の（8）に示されている。また、個別分類コードを固定化してい

るので前述したように貿易統計データの個別分類コードと完全に一致しないときの処理は無視されているという問題を抱えている。

3.2 回帰式によるウエイト制約条件付き最小 2 乗法

回帰式によるウエイト制約条件付き最小 2 乗法は取引額と配分構造を同時に考慮した推計方法であり、SITC-R2 と SITC-R1 の取引額が共に推計の対象となる。表 7 から推計される ω は（2-12）式から、

$$\omega' = ((\omega_{11}\ 0)'(0\ \omega_{22})'(\omega_{31}\ \omega_{32})')$$

なので、$\omega^{D}{}' = D\omega = (\omega_{11}\ \omega_{22}\ \omega_{31}\ \omega_{32})$ となるような 0 を取り除く行列は、

$$D_1 = \begin{pmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 0 \end{pmatrix},\ D_2 = \begin{pmatrix} 0 & 0 \\ 0 & 1 \end{pmatrix}$$

および $D_3 = I_2$ に対して、

$$D = \begin{pmatrix} D_1 & & \\ & D_2 & \\ & & D_3 \end{pmatrix}$$

となることから、対応関係の調整済みである $C^D = CD' = (I_2\ I_2)$ のほかに、$X = (x_1\ x_2)$ としたときの観測値行列は、

$$X^{*D} = X^* D' = \begin{pmatrix} x_1 & & \\ & x_2 & \\ & & X \end{pmatrix}$$

となり、（2-12'）式と（2-13'）式が得られる。回帰式によるウエイト制約条件付き最小 2 乗法は（2-19）式から推計される。推計結果は表 9 の（5）に示されている。また同方法に*で示した、表 9 の（6）は野田容助編『貿易指数の作成と応用―東アジア諸国・地域を中心として―』の第 3 部、表 1「日本の輸出データにおける配分ウエイトの推計値」にある SITC-R2 から SITC-R1 への対応関係における商品グループ 204（同 p165）からの引用である。

前述したように商品グループ 212 は対応関係のタイプが 4a であり、配分ウエイトは代数的に一意的な解として推計される。貿易統計データの構成比が安定していればこの推定値は真の解を持つことが想定され、表 9 において推定値の比較の基準となるものである。

この方法は配分ウエイト行列を一般的な回帰モデルの形式へ変換しているため、回帰モデル組み換えのためのデータ処理が厄介である。そのうえ商品グループが大きくなると推計のためのプログラムがうまく動かなくなることがあるため商品グループの切断をおこない、可能な限り商品グループを小さくすることが試みられている。現在検討中の課題は対応関係の配分構造から ω_{ij} が 1 であることが知られているときにはこれらのウエイトをパラメターから取り除き、できるだけ推計するパラメターの数を少なくする等の工夫、ウエイトの制約条件としてウエイトの和が 1 となることのみに限定しているので、ウエイトの $0 \le \omega_{ij} \le 1$ となる条件も考慮した推計方法である。

3.4 比例反復法

比例反復法はアジア経済研究所における配分ウエイトの推計方法の新たな試みであり、取引額と配分構造を同時に考慮した推計方法であり、SITC-R2 と SITC-R1 の取引額が共に推計の対象となる。この方法は回帰式によるウエイト制約条件付き最小 2 乗法と同じよう対応関係のタイプが 4a のときには配分ウエイトは真の解であると想定される。また、この方法は同一パターンの方法と同じように年のデータ x_1, x_2 と $y_1 \cdots y_3$ あるいは平均の $\bar{x}_1, \bar{x}_2$ と $\bar{y}_1 \cdots \bar{y}_3$ のみにより計算可能であるという特徴を持っている。推定結果は表 9 の（6）に示されている。この表から比例反復法と回帰式によるウエイト制約条件付き最小 2 乗法との解の一致性を確かめることができる。対応関係のタイプ 4a において本来

表 11　期間の違いによる比例反復法の配分ウエイトの推計値の変化

配分ウエイト ＼ 期間	ω_{11}	ω_{31}	ω_{22}	ω_{23}
(73-75), (76-78)	0.92300	0.07700	0.03815	0.96185
(72-75), (76-79)	0.72517	0.27483	0.03626	0.96374
(71-75), (76-80)	0.62094	0.37976	0.03669	0.96339
(70-75), (76-81)	0.54685	0.45315	0.03719	0.96281
(69-75), (76-82)	0.50147	0.49853	0.03780	0.96220
(68-75), (76-83)	0.46411	0.53589	0.03958	0.96042
(67-75), (76-84)	0.42859	0.57141	0.04229	0.95771
(66-75), (76-85)	0.40863	0.59137	0.04552	0.95448
(65-75), (76-85)	0.38761	0.61239	0.04353	0.95647
(64-75), (76-85)	0.36258	0.63742	0.04221	0.95779
(63-75), (76-86)	0.34480	0.65520	0.04202	0.95798

（出所）表 10 に同じ

表 12　商品分類の対応関係における配分ウエイトの推計方法の分類

配分構造 ＼ 取引額	配分構造なし	配分構造あり
取引額を考慮しない	(1) OECD 方式 (2) 木下・山田方式	(1) 黒子の均等配分方式
取引額を考慮する	(1) UN Comtrade 方式*	(1) 同一パターン方式* (2) ウエイト条件なしの最小２乗法 (3) ウエイト条件付最小 2 乗法 (4) 回帰式によるウエイト制約条件付き最小 2 乗法 (5) ニューラル･ネットワークの方式 (6) 比例反復法

（出所）著者作成

（注）分類 *A* から分類 *B* の方向に対する対応関係の*は分類 *B* のみの取引額を利用する。

.

ならば解が一致するはずであるが、後者は推計の精度を上げるためブートストラップ法により標本数を増やしており使用するデータが必ずしも同じではないため若干の違いが生じている。

推計値の期間ごとの推移を見るため、本節では後者を利用して表 8 の ⑵ に示された期間ごとの平均をもとに推計しており、その結果は表 11 に示されている。平均でもこれだけ推計値が変化しているが、年ごとによる推計値はその変化はもっと激しく現れる。この変化は図 1 の構成比の変化を反映しており、当然のことといえる。しかも、商品分類の改定期前後のデータが変換に必要なデータであるので表 11 から ω_{11} のウエイトが大きいものが真の値に近いと想定される。一方、ω_{22} は 0.04 近くを安定して変動しておりこの値が妥当なものと判断される。

おわりに

本章においてアジア経済研究所が試みている商品グループ内における配分ウエイトの推計方法を中心として紹介し、その中のいくつかについて具体例を示した。以上の推計方法を一覧表としてまとめたのが表 12 である。この表は配分ウエイトの推計方法を取引金額を考慮しないかするか、また配分構造を持つかどうかにより分

類したものである。

これらの方法の中で取引額と配分構造を同時に考慮しているのが同一パターンの方法、制約条件なしおよび付きの最小 2 乗法、回帰式による方法、比例反復法、ニューラル・ネットワークの方法である。具体例としては紹介しなかったが、推計にあたってウエイトの制約条件なしおよび付きの最小 2 乗法は構造が単純であるが ω_{ij} を 0 ではないという仮説から出発し、$a(W_g)$ により調整しているところに問題がある方法である。

これを解決しているのが回帰式によるウエイト制約条件付き最小 2 乗法と比例反復法である。ウエイトの制約条件なしおよび付きの最小 2 乗法の構造を直接推計したものとしては城坂の「SITC3 桁分類コード変換のための配分ウエイト推計―ニューラル・ネットワークを用いて―」ではニューラル・ネットワークを推計手法として採用している。ニューラル・ネットワークの手法は将来的には有効な手法であるとはいえ現在ではまだ高価であり必要に応じて手軽に利用できないという問題を抱えている。また、本書の序章において紹介した取引額を考慮せず、配分構造を持たない変換表として木下・山田方式があるが、対応関係を具体化する上で対応関係のタイプ 1 をおよびタイプ 3 を基本とする極めて実用的な方法である。

推定結果をまとめた表 9 からわかるように存在すれば一意の解を持つ対応関係のタイプ 4a である商品グループ 212 において、回帰式によるウエイト制約条件付き最小 2 乗法と比例反復法は解がほぼ一致した結果となる。この推計値を基準としたとき、取引額を考慮した同一パターンの方法では推計値が大きく異なっており、対応関係の配分構造のみから推計される均等配分もその違いが明らかである。また、期間の違いによる平均をもとにした比例反復法の結果を示している表 11 からわかるように解の安定性には問題が残っている。推計の基礎となる個別分類コードに対応する貿易統計データが年データであり、長期趨勢となるトレンド、中短期の周期を含めた経済変動から生じる年ごとの変動が激しく安定した取引額が得られ難いという性質があるため、これらの推計方法では解の信頼性については今後の検討課題である。同一商品分類の長期時系列データ作成に向けて方法論の研究と共に処理方法の簡便さや変換精度の評価等今後の検討課題として残されているものは多い。

（注１）$m \times n$ 行列 $W = (\omega_{ij})$ に対して、$n \times m$ 行列 $A = (a_{ij})$ が存在するとき、$\partial tr(AW)/\partial W = A'$、$\partial tr(WA)/\partial W = A'$ となる。

$$tr(AW) = (a_{11}\omega_{11} + \cdots + a_{1m}\omega_{m1}) + \cdots$$
$$+ (a_{j1}\omega_{1j} + \cdots + a_{ji}\omega_{ij} + \cdots + a_{jm}\omega_{mj}) + \cdots$$
$$(a_{n1}\omega_{1n} + \cdots + a_{nm}\omega_{mn})$$

であり、$\partial tr(AW)/\partial \omega_{ij} = a_{ji}$ となるので、$\partial tr(AW)/\partial W = A'$ となる。同じようにすれば、

$$tr(WA) = (\omega_{11}a_{11} + \cdots + \omega_{1n}a_{n1}) + \cdots$$
$$+ (\omega_{i1}a_{1i} + \cdots + \omega_{ij}a_{ji} + \cdots + \omega_{in}a_{nj}) + \cdots$$
$$(\omega_{m1}a_{n1} + \cdots + \omega_{mn}a_{nm})$$

であり、$\partial tr(AW)/\partial \omega_{ij} = a_{ji}$ となるので、$\partial tr(WA)/\partial W = A'$ となる。

（注２）n 次のベクトル $\omega_i = (\omega_{i1} \cdots \omega_{in})'$ に対して、$m \times n$ 行列の $W = (\omega_1 \cdots \omega_n)$ と $n \times n$ 行列の A が存在するとき、$\partial tr(WAW')/\partial W = (A + A')W$ となる。

$$tr(WAW') = tr\left\{\begin{pmatrix}\omega_1' \\ \vdots \\ \omega_n'\end{pmatrix} A(\omega_1 \cdots \omega_n)\right\}$$

$$= tr\begin{pmatrix}\omega_1' A\omega_1 & & \\ & \ddots & \\ & & \omega_n' A\omega_n\end{pmatrix}$$

$$= \sum_{i=1}^{n} \omega_i' A\omega_i$$

と表わされるのでスカラーである。$\omega_i' A\omega_i$ は、

$$\omega_i' A\omega_i = l_n' D(\omega_i) AD(\omega_i) l_n$$

$$= l_n' \begin{pmatrix} \omega_{i1}a_{11}\omega_{i1} & \omega_{i1}a_{12}\omega_{i2} & \cdots & \omega_{i1}a_{1n}\omega_{in} \\ \omega_{i2}a_{21}\omega_{i1} & \omega_{i2}a_{22}\omega_{i2} & \cdots & \omega_{i2}a_{2n}\omega_{in} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ \omega_{in}a_{n1}\omega_{i1} & \omega_{in}a_{n2}\omega_{i2} & \cdots & \omega_{in}a_{nn}\omega_{in} \end{pmatrix} l_n$$

となる。$i = 1 \cdots n$ に対して、$\omega_i' A\omega_i$ を ω_{i1} で偏微分する。

$$\partial(\omega_i' A\omega_i) / \partial\omega_{i1}$$

$$= l_n' \begin{pmatrix} 2a_{11}\omega_{i1} & a_{12}\omega_{i2} & \cdots & a_{1n}\omega_{in} \\ \omega_{i2}a_{21} & 0 & \cdots & 0 \\ \vdots & \vdots & & \vdots \\ \omega_{in}a_{n1} & 0 & \cdots & 0 \end{pmatrix} l_n$$

$$= l_n' \begin{pmatrix} a_{11} & \cdots & a_{1n} \\ & & \\ & & \end{pmatrix} \omega_i + \omega_i' \begin{pmatrix} a_{11} & & \\ \vdots & & \\ a_{n1} & & \end{pmatrix} l_n$$

$$= l_n' \begin{pmatrix} 1 & \cdots & \\ & & \\ & & \end{pmatrix} A\omega_i + \omega_i' A \begin{pmatrix} 1 & & \\ \vdots & & \\ & & \end{pmatrix} l_n$$

$$`= (1\,0 \cdots 0)(A + A')\omega_i$$

となる。同じように、$\omega_{i2} \cdots \omega_{in}$ でそれぞれ偏微分してベクトルの形式にまとめると、

$$\partial(\omega_i' A\omega_i) / \partial\omega_i = \partial(\omega_i' A\omega_i) / \partial(\omega_{i1} \cdots \omega_{in})$$

$$= \begin{pmatrix} \partial(\omega_i' A\omega_i) / \partial\omega_{i1} \\ \vdots \\ \partial(\omega_i' A\omega_i) / \partial\omega_{in} \end{pmatrix}$$

$$= \begin{pmatrix} 1 & & \\ & \ddots & \\ & & 1 \end{pmatrix} (A + A')\omega_i$$

$$= (A + A')\omega_i$$

となる。すなわち、$\partial tr(WAW') / \partial\omega_i = (A + A')\omega_i$ となる。これをまとめると、

$$\partial tr(WAW') / \partial W = \partial tr(WAW') / \partial(\omega_1 \cdots \omega_n)$$

$$= (A + A')W$$

となる。

（注３）配分ウエイトは商品グループごとに対応関係の分類コードを基礎として計算されるため商品グループが大きいときには配分ウエイトの数に比して貿易統計データから得られるデータ数が少なくなり $X'X$ が正則となり逆行列が存在しなくなり推計できなくなることがある。データ数を確保するための方法として本章ではブートストラップ法を採用している。詳細は野田の「商品分類の対応関係における配分ウエイトの推計―SITC-R3 系列の 3 桁レベル分類コード作成に向けて―」を参照すること。

（注４）表５の ⑵ において４桁レベル分類コードをもとにした対応関係から作成された商品グループは 212 となっているのに野田容助編『貿易指数の作成と応用―東アジア諸国・地域を中心として―』の第３部、表１「日本の輸出データにおける配分ウエイトの推計値」では 204 となっている。この違いは前者が商品分類体系上のすべての 4 桁レベル分類コードを対象として商品グループを作成したのに対して、後者は OECD 作成による貿易統計データより作成された旧 AID-XT 基礎データにおいて回帰式による推計ができるような 4 桁レベル分類コードに限って対象として商品グループを作成したことから生じたものである。旧 AID-XT 基礎データの SITC-R1 は 1972-1977、SITC-R2 は 1978-19787 となっており、新 AID-XT とは異なることに注意すること。

（注５）n 次のベクトル $\lambda = (\lambda_1 \cdots \lambda_n)'$ と $m \times n$ 行列 $W = (\ \omega_{ij}\ )$ に対して、$\partial\{l_m' W\lambda) / \partial W = (\lambda \cdots \lambda)'$ となる。

$$l_m' W\lambda = l_m' WD(\lambda) l_n$$

$$= l_m' \begin{pmatrix} \omega_{11}\lambda_1 & & \omega_{1n}\lambda_n \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ \omega_{m1}\lambda_1 & & \omega_{mn}\lambda_n \end{pmatrix} l_n$$

と表わされるのでスカラーである。$l_m' W\lambda$ を ω_{ij} で偏微分する。例えば、ω_{11} とすれば、

$$\partial(l_m' W\lambda) / \partial\omega_{11} = l_n' \begin{pmatrix} \lambda_1 & \cdots \\ & \\ & \end{pmatrix} l_n = \lambda_1$$

となる。同じようにして行列の形式にまとめると、

$$\partial\{l_m' W\lambda\} / \partial W = \begin{pmatrix} \lambda_1 & & \lambda_n \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ \lambda_1 & & \lambda_n \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \lambda' \\ \vdots \\ \lambda' \end{pmatrix}$$

となる。

（注６）アジア経済研究所が整理し、維持・管理している世界貿易統計データシステムは AID-XT（Ajiken Indicators of Developing economies: eXtended for Trade statistics）であり、旧版と新版が存在する。旧 AID-XT 基礎データは UN 貿易統計、OECD 貿易統計、台湾貿易統計から構成されており、それぞれの作成機関の違いによるデータ固有の特性を国際比較が可能なようにアジ研統一コードを使用して共通に利用できるようにしている。新 AID-XT 基礎データは on-line 検索による UN Comtrade 貿易データと台湾貿易統計から構成される。旧 AID-XT が OECD 加盟国のデータとして OECD 貿易統計を採用していたのに対して新AID-XTは台湾以外の国についてはUN貿易統計に一元化している。商品分類コードに対して階層的に構成された分類コードの中で下位の階層の分類コードを持たないものを詳細分類コード（the most detailed classification code: *mdcc*）と呼んでいる。新旧AID-XTは*mdcc*により編集されしかもその合計が商品総額に一致するように調整された貿易統計データである。

（注７）グループ化された対応関係の結合の組み合わせは基本的にはタイプ 1 からタイプ 4 までの 4 つに分割することができる。分類 *A* から分類 *B* への方向をもった対応関係を考えるとき、タイプ 1 は分類 *A* と分類 *B* における個別分類コードの結合の関係が 1 対 1 の対応関係である。タイプ 2 はそれが 1 対多の対応関係である状態をいい、複数個ある分類 *B* の個別分類コードが 1 本づつの結合の手を持つのに対して、分類 *A* は 1 個の個別コードが分類 *B* の個別コードに対応する本数の結合の手をもつ対応関係の集まりである。タイプ 3 は多対 1 の対応関係であり、タイプ 2 とは逆に複数個ある分類 *A* の個別コードが 1 本づつの結合の手を持つのに対して、分類 *B* の 1 個の個別コードは分類 *A* の個別コードに対応する個数の結合の手を持つ。タイプ 4 は多対多の対応関係を表し、タイプ 1 からタイプ 3 以外のタイプの集まりである。タイプ 4 はさらにタイプ 4a とタイプ 4b の 2 つに識別することができる。特にタイプが 4a については野田「対応関係におけるタイプの識別」において、グループ化された対応関係が分類 *A* の *m* 個の個別分類コードと分類 *B* の *n* 個の個別分類コードから構成されるとき、この対応関係の中で 0 でない配分ウエイトが $m+n+1$ 個存在すればグループの対応関係のタイプは 4a であり、代数方程式により一意的な解が求められる。タイプが 4b については一意的な解を持たない対応関係である。

【参考文献】

［1］黒子正人「貿易商品分類 SITC から IO24 部門分類への変換－変換エラーデータの処理－」（野田容助編『改訂版世界貿易マトリクス－国際産業連関表 24 部門分類にもとづいて－』 統計資料シリーズ（SDS）No.84 改訂版 アジア経済研究所 2004）

［2］城坂晃正「SITC3 桁分類コード変換のための配分ウエイト推計－ニューラル・ネットワークを用いて－」（野田容助編『商品分類の改訂に伴う貿易統計の変換』統計資料シリーズ（SDS）No.83 アジア経済研究所 2001）

［3］竹内啓、柳井晴夫『多変量解析の基礎』東洋経済新報社 1986

［4］野田容助、山本泰子「体系の異なる分類の対応関係と変換－グループ化および切断による商品分類の変換の試み－」（木下宗七・野田容助編『世界貿易データシステムの整備と利用』統計資料シリーズ（SDS）No.67 アジア経済研究所 1995）

［5］―――「対応関係におけるタイプの識別」（河村鎰男・野田容助編『国際産業データシステムの利用と応用』統計資料シリーズ（SDS）No.69, アジア経済研究所, 1996）

［6］野田容助「商品分類の改訂にともなう対応関係の連結」（古河俊一・野田容助共著『標準貿易商品分類と産業分類の対応関係』統計資料リーズ（SDS）No.80 アジア経済研究所 1998）

［7］―――「商品分類の改訂に伴う貿易統計の変換－日本および韓国を例として－」（野田容助編『商品分類の改訂に伴う貿易統計の変換』統計資料リーズ（SDS）No.83 アジア経済研究所 2001）

［8］―――「商品分類の改訂に伴う貿易統計の整合性評価」（野田容助編『商品分類の改訂に伴う貿易統計の変換』統計資料リーズ（SDS）No.83 アジア経済研究所 2001）

［9］―――「世界貿易マトリクスにおける整合性評価と補正」（野田容助編『改訂版世界貿易マトリク

ス―国際産業連関表24部門分類にもとづいて―』統計資料リーズ（SDS）No.84 改訂版 アジア経済研究所 2003）
［10］―――「商品分類の対応関係における配分ウエイトの推計―SITC-R1 系列の 3 桁レベル分類コード作成に向けて―」（野田容助編『貿易指数の作成と応用―東アジア諸国・地域を中心として―』統計資料リーズ（SDS）No.87 アジア経済研究所 2003）