第１部

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 年

第 1 章

同一商品分類に変換された貿易額の比較

― 配分ウエイトにおける推計方法の違いを中心に ―

野田容助・深尾京司

要約

同一商品分類による長期時系列データ作成のために必要とされる配分ウエイト行列の推計方法とその特徴を紹介するとともに UN Comtrade Database 貿易データから得られた報告国の日本の貿易データを利用して SITC-R2 で編集されている 1976 年から 1987 年までの貿易額を同期間の SITC-R1 への変換を試み、推計方法の違いによる貿易額の比較および検討する。本章で紹介している配分ウエイト行列の推計方法は従来の推計方式である取引額と配分構造を考慮しているが配分構造に独立性を仮定した同一配分パターンの *p* 方式、回帰式によるウエイトの制約条件付き最小 2 乗法の *wv* 方式に加えてこれらで得られた配分ウエイト行列を初期値としてエントロピー最適化法を適用した最終調整の試みである。

キーワード

貿易データ、商品分類の改訂、配分ウエイトの推計

はじめに

貿易データを同一の商品分類において長期時系列データとして利用するには商品分類の改訂前後のどちらかの商品分類へ統一して評価することが必要

表１　アジア経済研究所で試みている対応関係の配分ウエイト推計方法

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 (2) SITC-R2 から SITC-R1 への変換方式
取引額を考慮する	(1) UN Comtrade 方式* (2) アジ研の *u* 方式*	(1) 同一配分パターン方式（*p* 方式）* (2) ウエイト等号制約条件付き最小 2 乗法 (3) ニューラル･ネットワークの方式 (5) エントロピー最適化法

（出所）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―』（SDS No.88, アジア経済研究所, 2005）の第 2 章の表 12 にもとづき著者作成

（注）アジア経済研究所が試みている配分ウエイトの推計方法である。分類 *A* から分類 *B* の方向に対する対応関係に対して、*は分類 *B* のみの取引額を利用することを表わしている。UN Comtrade 方式とアジ研の *u* 方式は共に推計に当たっては配分構造を考慮しているが推計結果が 1 つの分類コードに決まることから配分構造なしの分類に入れている。

である。商品分類の統一化は改訂前後の商品分類の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額および数量を再配分することで可能となる。アジア経済研究所が試みている貿易商品グループ内における配分ウエイトの推計方法は表 1 に示されているように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大雑把に分類することができる。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方法」で紹介されているように、取引額と配分構造を同時に考慮しているのが改訂前後の商品分類を互いに独立と仮定したウエイトの同一配分パターン方法、等号制約条件付きの最小 2 乗法とその別の解法である回帰式による方法､エントロピー最適化法および RAS 法による繰り返しの比例反復法、ニューラル・ネットワークの方法である。

本章では配分ウエイト行列の推計方法とその特徴を紹介するとともに UN Comtrade Database 貿易データから得られた報告国の日本の貿易データを利用して SITC-R2 で編集されている 1976 年から 1987 年までの貿易額を同期間の SITC-R1 への変換を試み、推計方法の違いによる貿易額の比較および検討を目的とする。配分ウエイト行列の推計方法は取引額と配分構造を考慮してい

るが配分構造に独立性を仮定した同一配分パターン方式、ウエイトの等号制約条件付き最小 2 乗法、エントロピー最適化法である。本章は第 1 節の配分ウエイト行列の推計方法、第 2 節の推計方式の違いによる配分ウエイト行列の特徴、第 3 節の商品分類 SITC-R1 系列の作成方法、第 4 節の作成された SITC-R1 系列の評価から構成されている。

１．配分ウエイト行列の推計方法

商品グループ内における分類Aから分類Bの方向に対する変換の配分構造が表 2 に示されている。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である取引額$x_1 \cdots x_n$ が対応しているとする。x_j は年次データに相当する 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。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。対応関係にはすべての要素が存在していると仮定する。すなわち、$\omega_{ij} \neq 0$ である。表 2 の影で示された分類Bにおける B_i の y_i は分類 A の配分ウエイトの対応関係から$i=1\cdots m$ に対して、$y_i = x_1\omega_{i1} + \cdots + x_n\omega_{in} + u_i$ と表すことができる。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。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。対応関係

表２　商品グループ内における分類 A から分類 B に向けた変換の配分構造

分類 A ＼ 分類 B	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）『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―』（SDS No.88, アジア経済研究所）の第 2 章、表 2 を引用。

（注）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である。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。

においてすべてが対応している $m \times n$ 行列の配分ウエイト行列を W とすれば、

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

であり、ウエイトの条件から配分ウエイト行列は、

(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 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、撹乱項も同じように $m \times k$ 行列として U とする。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。図 1 が示しているように、W が推計されれば既存の X から $\hat{Y}$ を推計することができる。すなわち、$k = 1976 \cdots 1987$ に対して、$(\hat{y}_{1k} \cdots \hat{y}_{mk})' = \hat{W}(x_{1k} \cdots x_{mk})'$ となることから $\hat{Y}$ が求められる。したがって、分

図１　分類 A から分類 B の方向に対する貿易額 X から Y への変換

分類　年	1962　･････　1975	1976　･･････　1987
分類 A （SITC-R2）	･････	$X = \begin{pmatrix} x_1' \\ \vdots \\ x_n' \end{pmatrix}$
	推計された配分ウエイト行列　$\tilde{W}$	$\downarrow$
分類 B （SITC-R1）	$Y = \begin{pmatrix} y_1' \\ \vdots \\ y_m' \end{pmatrix}$	$\hat{Y} = \begin{pmatrix} \hat{y}_1' \\ \vdots \\ \hat{y}_m' \end{pmatrix}$

（出所）著者作成

（注）日本の商品分類を例としている。影の部分が実際に存在するデータであり、･･･は欠損値、$y_i' = \left(y_{i,1962} \quad \cdots \quad y_{i,1975}\right)$、$x_j' = \left(x_{j,1976} \quad \cdots \quad x_{j,1987}\right)$、$\hat{Y}$ は推計値を表わす。

類 A でしか存在しなかった 1976 年から 1987 年まで取引額が分類 B によって推計されているため、分類 B にもとづく 1962 年から 1987 年までの時系列データの取引額の利用が可能となる。

1.1　独立性を仮定した同一配分パターン方式

同一配分パターン方式によるウエイトの推計は取引額と配分構造の両者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、分類 A と分類 B の商品グループ内において対応関係がないものも無視してすべてに対応関係があるとして、しかも分類 A と分類 B は互いに独立と仮定する。次に、対応関係のないところを 0 としてウエイト条件を利用して調整する。

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 $x_j \omega_{ij} = x_{\bullet}(y_i / y_{\bullet})(x_j / x_{\bullet})$ となる。配分ウエ

イトは$\omega_{ij} = y_i / y_\bullet$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、対応関係において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。すなわち、同一配分パターンによる推計方法はYのみに依存しXとは無関係となる。

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、一般的な配分ウエイト行列をW_gとする。配分ウエイト行列の要素が 0 以外のときに 1 に置き換る関数を $a(\ )$とする。つぎの処理は$a(W_g)$を利用して対応関係のないところを調整することである。$W_2 = D(\omega_1 \cdots \omega_m) a(W_g)$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、

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

として得られる。

1.2　等号制約条件付き最小 2 乗法

等号制約条件付き最小 2 乗法の中で配分ウエイト行列を行列のまま直接的に解くゼロ制約を考慮した等号条件付最小 2 乗法は本書の第 2 章「分類統一のための配分ウエイト行列の推計―ウエイト既知値を等号制約条件とする最小 2 乗法―」、配分ウエイト行列をベクトルに置き換えてウエイトが 0 の要素

を取り除いて線形回帰式による解を求める方法は同じく本書の第 3 章「対応関係における配分ウエイトの推計―回帰式によるウエイト制約条件付き最小 2 乗法―」を参照すること。この両者の解きかたは異なっているが得られた解は同一である。以下、後者の線形回帰式にもとづく方法の概要のみ紹介する。

商品分類の対応関係においてすべての対応関係が存在するとき、通常の線形回帰式の形式に直すために（1-2）式を転値すれば、$Y'=X'W'+U'$ となり、

(1-4) $$\begin{pmatrix} y_1 & \cdots & y_m \end{pmatrix} = X'\begin{pmatrix} \omega_1 & \cdots & \omega_m \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} u_1 & \cdots & u_m \end{pmatrix}$$

と表わされる。配分ウエイトを $\omega' = \begin{pmatrix} \omega_1' & \cdots & \omega_m' \end{pmatrix}$ としてベクトルで表わして OLS により解く。（1-4）式の *Y'* を縦に並び替え *y* とおけば、

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

と表わされる。これを簡単に、

(1-5) $$y = X_2\omega + u$$

とすれば通常の線形回帰式の形に置き換えることができる。配分ウエイトのウエイト条件は $C = \begin{pmatrix} I_n & \cdots & I_n \end{pmatrix}$ として、

(1-6) $$C\omega = l_n$$

とすることで得られる。

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、（1-6）式を満足するという制約条件のもとでスカラーで表わされる（1-5）式の残差平方和 $u'u$ を最小にする ω の値 $\tilde{\omega}$ を求めるという方法を採用する。ラグランジェ関数は、

(1-7) $$s = u'u + \lambda'(C\omega - l_m)$$

となる。対応関係調整済みのウエイト制約条件付き最小 2 乗解の $\tilde{\omega}$ は、

$$M = (X_2'X_2)^{-1}C'\{C(X_2'X_2)^{-1}C'\}^{-1}$$

とするとき、

(1-8) $$\tilde{\omega} = \hat{\omega} - M(C\hat{\omega} - l_m) = (I - MC)\hat{\omega} + Ml_m$$

として得られる。ここで、$\hat{\omega} = (X_2'X_2)^{-1}X_2'y$ である。

商品分類の対応関係において $\omega_{ij} = 0$ となる要素を含むのが一般的である。配分ウエイトの推計においては ω から $\omega_{ij} = 0$ の要素を取り除く必要がある。そのため、ω の要素を $\omega_{ij} \neq 0$ のときは ω^*、$\omega_{ij} = 0$ のときは ω^{**} となるように分割し、$\omega^{p}{}' = \begin{pmatrix} \omega^{*}{}' & \omega^{**}{}' \end{pmatrix}$ とする。この分割には以下に述べる変換行列 P を利用する。ω の $\omega_1 \cdots \omega_m$ に対応させて $P_1 \cdots P_m$ とし、初期値として $P_i = I_n$ と

する。$\omega_i' = (\omega_{i1} \quad \cdots \quad \omega_{in})$ においてすべての要素が $\omega_{ij} \neq 0$ ときは $P_i^* = I_n, P_i^{**} = \phi$ とする。$\omega_{ij} = 0$ ときは P_i から j 行を取り除いて P_i^* とし、取り除いた j 行を P_i^{**} とする。

$$P^* = \begin{pmatrix} P_1^* & & \\ & \ddots & \\ & & P_m^* \end{pmatrix}, \quad P^{**} = \begin{pmatrix} P_1^{**} & & \\ & \ddots & \\ & & P_m^{**} \end{pmatrix}$$

とおき、$P' = (P^{*\prime} \quad P^{**\prime})$ とする。分割された ω を ω^p とすれば、

(1-9) $$\omega^p = P\omega = \begin{pmatrix} P^*\omega \\ P^{**}\omega \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \omega^* \\ \omega^{**} \end{pmatrix}$$

として得られる。また、ω^p のウエイト条件は P^* のみを利用して、$C^p = CP^{*\prime}$ として、

(1-10) $$C^p\omega^* = l_{m^*}$$

となる。同じようにして X_2 の列を入れ替え、ω^* と ω^{**} に対応されるように変換された行列を X_3 とすれば、

(1-11) $$X_3 = X_2P' = (X_3^* \quad X_3^{**})$$

となる。したがって、$\omega^{p\prime} = (\omega^{*\prime} \quad \omega^{**\prime})$ と分割されたベクトルに対する回帰式は変換行列 P を利用すれば、

$$y = X_2P'P\omega + u = X_3\omega^p + u = X_3^*\omega^* + X_3^{**}\omega^{**} + u$$

となり、

(1-12) $$y - X_3^{**}\omega^{**} = X_3^*\omega^* + u$$

が得られる。ウエイト条件の（1-10）式を制約条件とする（1-12）式の $u'u$ に対する最小 2 乗法による解は、

$$M_2 = (X_3^{*\prime}X_3^*)^{-1}C^{p\prime}\{C^p(X_3^{*\prime}X_3^*)^{-1}C^{p\prime}\}^{-1}$$

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、

(1-13) $$\tilde{\omega}^* = M_2l_{m^*} + (I - M_2C^p)\hat{\omega}^*$$

が得られる。ここで、

$$\hat{\omega}^* = (X_3^{*\prime}X_3^*)^{-1}X_3^{*\prime}(y - X_3^{**}\omega^{**})$$

である。最適解となる配分ウエイト行列 W_{wv} は（1-13）式のベクトルの解を配分ウエイト行列の元の行列に再配置することで求めることができる。

1.3　エントロピー最適化法

配分ウエイトの構造を表わす（1-2）式において、U=0 とおき、両辺に右か

ら l_n を乗ずれば、

(1-14) $$(\bar{y}_1 \cdots \bar{y}_m)' = W(\bar{x}_1 \cdots \bar{x}_n)' = WD(\bar{x})l_n$$

となる。表 2 で示されているのが $V = WD(\bar{x})$ であり、これを配分額行列とする。配分額行列を分割表として確率分布に従って分布する確率変数としたとき、それぞれの列が互いに独立に分布すると仮定した分割表と想定できる。この分割表を近似する確率分布モデルがいくつか想定されるとき、実現値を生成する真の確率分布に対してモデルによって既定された確率分布の近似は Kullback-Leibler 情報量（K-L 情報量）によって評価することができる。K-L 情報量の符号を逆転させた値は負のエントロピーであり、この値が大きいほど同じことであるが K-L 情報量が小さいほど近似の程度が良いとして評価される。この方法はエントロピー最適化法と言われ、この繰り返しによる逐次解の代替法として広く利用されているのが RAS 法である。この方法はまた比例反復による繰り返し計算を用いた統計的方法として比例反復法（Iterative Scaling Procedire: ISP）とも言われている。

ある条件のもとで配分額行列の初期値 $V^{(0)}$ は知られているものとする。推計したい配分ウエイト行列 W は推計された配分額表 $\hat{V}$ が得られれば、

(1-15) $$\hat{W} = \hat{V}D(\bar{x})^{-1}$$

として推計できる。配分額行列は（1-1）式から $l_m{}'V = \bar{x}'$ であり同時に $Vl_n = \bar{y}$ を満足する。目的関数を K-L 情報量、すなわち負のエントロピーで定義するとき、このエントロピーを最適化するためのラグランジェ関数は、$i = 1 \cdots m,\ j = 1 \cdots n$ に対して、

(1-16) $$\begin{aligned} s = &\sum_i^m \sum_j^n v_{ij}(\log v_{ij} / v_{ij}{}^{(0)} - 1) + \sum_i^m \mu_i(\bar{y}_i - \sum_j^n v_{ij}) \\ &+ \sum_i^m \eta_j(\bar{x}_j - \sum_i^m v_{ij}) \end{aligned}$$

となる。エントロピーを定義している（1-16）式において、$v_{ij} \log v_{ij}$ ではなく、$v_{ij}(\log v_{ij} - 1)$ としているのは v_{ij} で偏微分したときの結果に定数が残らないようにするためである。（1-16）式を v_{ij} で偏微分した結果を 0 とおけば、$\log v_{ij} = \log v_{ij}(0) - \mu_i - \eta_j$ となるので、

(1-17) $$v_{ij} = e^{-\mu_i} v_{ij}^{(0)} e^{-\eta_j} = \xi_i v_{ij}^{(0)} \zeta_j$$

となる。ここで、$\xi_i = e^{-\mu_i}$，$\varsigma_j = e^{-\eta_j}$ である。（1-17）式を行列表示して、

(1-18) $$V=\begin{pmatrix}\xi_1 v_{11}{}^{(0)}\varsigma_1 & \cdots & \xi_1 v_{1n}{}^{(0)}\varsigma_n \\ \vdots & & \vdots \\ \xi_m v_{m1}{}^{(0)}\varsigma_1 & \cdots & \xi_m v_{ij}{}^{(0)}\varsigma_n\end{pmatrix}=D(\xi)V^{(0)}D(\varsigma)$$

となる。また、$\partial s/\partial\mu=0$ と $\partial s/\partial\eta=0$ からそれぞれ $D(\xi)V^{(0)}D(\varsigma)l=\bar{y}$ と $l'D(\xi)V^{(0)}D(\varsigma)=\bar{x}'$ が求められる。前者のベクトルを対角行列に置き換えれば、$D\{D(\xi)V^{(0)}D(\varsigma)l\}=D(\bar{y})$ となり、

(1-19) $$D(\xi)D\{V^{(0)}\varsigma\}=D(\bar{y})$$

となる。$D\{V^{(0)}\varsigma\}$ が正則行列であれば、$D(\xi)=D(\bar{y})D\{V^{(0)}\varsigma\}^{-1}$ となる。この式の $D(\bar{y})$ と $D\{V^{(0)}\varsigma\}^{-1}$ を入れ替え、さらに右から l_n を乗ずれば、

(1-20) $$\xi=D\{V^{(0)}\varsigma\}^{-1}\bar{y}$$

が得られる。後者から同じようにして、

(1-21) $$\varsigma=D\{V^{(0)}{}'\xi\}^{-1}\bar{x}$$

が得られる。（1-20）式と（1-21）式の関係を利用して繰り返し計算による逐次解を求めることができる。

正の実数を要素として持つ任意の $m\times n$ 行列を $V^{(k)}$ とする。$k=0,1,2,\cdots$ である。初期値として $\xi_0=l_m$、$V^{(0)}$ として、$k=1\cdots n$ に対して繰り返しが行われ、$k=1$ として、

(1-22) $$\varsigma_k=D\{V^{(0)}{}'\xi_{k-1}\}^{-1}\bar{x}$$

(1-23) $$\xi_k=D\{V^{(0)}\varsigma_k\}^{-1}\bar{y}$$

を 1 組として計算する。k を 1 つづつ増やしながら繰り返し計算を続け、$l_m{}'|\xi_{k+1}-\xi_k|$ がある値より小さくなったところで収束したとして計算を終了する。推計したい配分額行列はこのときの k に対して（1-22）式と（1-23）式を（1-18）式に代入して

（1-24） $$V^{(k)}=D(\xi_k)V^{(0)}D(\varsigma_k)$$

として求めることができる。（1-24）式の解の収束と一意性は RAS 法との同一性で確かめられる。

RAS 法は産業連関表作成等でバランス調整に頻繁に利用される比例反復による繰り返し計算により解を求める方法である。初期値を $V^{(0)}$ として、$k=1\cdots n$ に対して、

(1-25) $$V^{(2k-1)}=V^{(2k-2)}D(l_m{}'V^{(2k-2)})^{-1}D(\bar{x})$$

(1-26) $$V^{(2k)}=D(\bar{y})D(V^{(2k-1)}l_n)^{-1}V^{(2k-1)}$$

となるように、（1-25）式および（1-26）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 k をできるだけ大きくすれば、$V^{(k)}\to V$ とな

り一意的に収束する。配分ウエイト行列は（1-24）式あるいは（1-26）式の取引額表を（1-15）式により計算して求めることができる。

２．推定方法の違いによる配分ウエイト行列の特徴

推定方法の違いにより推定された配分ウエイト行列にどのような特徴が現れるかを確かめるのが本節である。分類 A の取引額 X が得られ、同時に配分ウエイト行列 W の真の値が知られているときにはウエイト条件である（1-1）式のもとで配分ウエイトの構造を表わす（1-2）式を利用して分類 B の取引額 Y を推計できる。したがって、（1-2）式において U に誤差を与えて Y を作成することで、逆に得られた X と Y から W を推計することができる。W の値は知られているのでこれを基準として誤差の大きさの変化に対する異なる推定方式による W の精度を確かめることができる。

推計方法は、（1）第 1 節では触れなかったが取引額を考慮せずに対応関係のみから推計する均等配分方式を e (注1)、（2）独立性を仮定した同一配分パターンの方式を p、（3）等号制約条件付き最小 2 乗法を回帰式により求めた方法を wv、の 3 つを比較の対象とする。さらに、（1）から（3）により求めた配分ウエイト行列を初期値とするエントロピー最適化法による最終調整がそれぞれ $e2,p2,wv2$ である。

2.1　配分ウエイト行列の推計の準備

配分ウエイト行列を簡単のために $m=n=5$ とする。分類 A において個別分類コード $a_1 \cdots a_5$ に対応する統計値である取引額 X が表 3 のように表わされているとする。表 3 の取引額は UN Comtrase Database 貿易データの報告国の日本を想定すれば SITC-R2 の 1976 年から 1987 年に対応する 12 年間を一連番号の $k=1\cdots 12$ とおいて、

$$
(2\text{-}1)\qquad \begin{pmatrix} x_{1,1} & \cdots & x_{1,12} \\ \vdots & & \\ x_{5,1} & \cdots & x_{5,12} \end{pmatrix} = x^{(0)} l_{12}' + 4 l_5 l_{12}' \begin{pmatrix} \ddots & & \\ & k+3 & \\ & & \ddots \end{pmatrix}^2 + \begin{pmatrix} e_{1,1} & \cdots & e_{1,12} \\ \vdots & & \\ e_{5,1} & \cdots & e_{5,12} \end{pmatrix}
$$

として作成されている。ここで、$x^{(0)}{}' = (4255,2257,2371,1718,1965)$ は初期値となる 5 次のベクトルである。（2-1）式の右辺の第 2 項目は時間 k に対する 2 次のトレンド、同じく第 3 項目はすべての要素が互いに独立な標準正規分布

表３　分類 A における個別分類コード $a_1 \cdots a_5$ に対応する統計値の取引額 X

分類 A	1964	1965	1966	1967	1968	1969	1970	1971	1972	1973	1974	1975
a_1	4141	3934	4426	4681	4639	4311	4781	4167	5013	5162	4745	5066
a_2	2189	1826	2637	2389	2429	2908	2722	2683	2963	2286	2664	3115
a_3	2133	2286	2580	2590	2481	2725	2768	3084	2552	2666	2827	3843
a_4	1667	1657	3049	2021	1952	2152	1889	2270	2298	2328	2624	2951
a_5	1951	1813	1936	2181	2184	1909	1885	2708	2404	1936	2195	2522

（出所）著者作成

（注）取引額 X は（2-1）式に基づいて作成される。

の 300 倍をそれぞれ表わしている。

真の配分ウエイト行列 W として分類 A における個別分類コード a_1 を分類 B の $b_1, b_2, .b_3$ に対する配分ウエイトとして $\omega_{11} = 0.5$, $\omega_{21} = 0.2$, $\omega_{31} = 0.3$ となるように配分する。正確に言えば $\omega_{41} = \omega_{51} = 0$ を含んでいるが簡単のために省略する。このウエイトを合計すると 1 となるのでウエイト条件は満たされている。個別分類コード a_2 を $b_1, b_2, .b_4$ に対する配分ウエイトとして $\omega_{12} = 0.4$, $\omega_{22} = 0.5$, $\omega_{42} = 0.1$ と配分する。個別分類コード a_3 を b_3, b_4 に対する配分ウエイトとして $\omega_{33} = 0.7$, $\omega_{43} = 0.3$ と配分する。個別分類コード a_4 は $b_3, b_4, .b_5$ に対して配分ウエイトを $\omega_{34} = 0.6$, $\omega_{44} = 0.3$, $\omega_{54} = 0.1$ と配分する。個別分類コード a_5 は b_4, b_5 に対して配分ウエイトを $\omega_{45} = 0.6$, $\omega_{55} = 0.4$ と配分する。これらのウエイトを合計すると 1 となるのでウエイト条件は満たされている。分類 B における取引額 Y は（1-2）式において U の要素に互いに独立な正規分布の 10k 倍を与えた推計値とする。

推計方法の（1）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方法」により、

$$(2\text{-}2) \qquad W_e = a(W)D(l_5{}'a(W))^{-1} = \begin{pmatrix} 1/3 & 1/3 & 0 & 0 & 0 \\ 1/3 & 1/3 & 0 & 0 & 0 \\ 1/3 & 0 & 1/2 & 1/3 & 0 \\ 0 & 1/3 & 1/2 & 1/3 & 1/2 \\ 0 & 0 & 0 & 1/3 & 1/2 \end{pmatrix}$$

として推計される。この推計方法において取引額の X と Y は共に考慮されていない。推計方法の（2）については取引額の Y のみが考慮され（1-3）式により求められる。前述しているように取引額の X,Y は構成比を利用しているため、k=0 のときは、$Y^* = WXD(l_5{}'WX)^{-1}$ として構成比からなる行列を作成

表４　推計値の負の調整および最終調整による推計値の比較

Q	ω_{11}	ω_{21}	ω_{31}	ω_{12}	ω_{22}	ω_{42}	ω_{45}	ω_{55}
1	0.23108	0.39853	0.37039	0.82678	0.17322	0.00000	0.64702	0.35298
2	0.23274	0.40083	0.36644	0.82689	0.17301	0.00010	0.64778	0.35222
:								
5	0.72736	0.07040	0.20224	0.00000	0.63215	0.36785	0.80889	0.19111
6	0.72993	0.06960	0.20048	0.00010	0.63280	0.36709	0.80915	0.19085
:								
11	0.49656	0.17664	0.32680	0.50884	0.49116	0.00000	0.68234	0.31766
12	0.49424	0.17735	0.32841	0.50661	0.49329	0.00010	0.68081	0.31919

（出所）著者作成

（注)）Q は（2-2）式で表わされている k を表わし、誤差の大きさを表わす一連番号である。この表では k の 40 が Q の 1 に当たる。分類 A における a_3, a_4 の配分ウエイトの推計値は紙面と都合により省略。Q の連番の 1,5,11 が負の推計値の調整であり影を付けて表示している。Q の連番の 2,6,12 が最終調整の推計値である。

し、これを改めて Y と置き直している。分類 A における個別分類コード a_1 を例にあげれば、

$$\text{(2-3)} \qquad \begin{pmatrix} \omega_{11} \\ \omega_{21} \\ \omega_{31} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \bar{y}_1 \\ \bar{y}_2 \\ \bar{y}_3 \end{pmatrix} (\bar{y}_1 + \bar{y}_2 + \bar{y}_3)^{-1} = \begin{pmatrix} 0.32827 \\ 0.21722 \\ 0.45451 \end{pmatrix}$$

となる。推計方法の（3）は取引額の X と Y の両方が考慮され（1-13）式から求めることができる。X についても $X^* = XD(l_5' X)^{-1}$ として作成したものを置き換えており、X,Y は共に構成比を利用していることに注意する必要がある。エントロピー最適化法は初期値となるそれぞれの配分ウエイト行列を W とするとき、（1-15）式から初期値の配分額行列を $V^{(0)} = WD(Xl_5)$ として、（1-22）式と（1-23）式の繰り返しで求め、その収束解を（1-15）式に代入して得られる。

2.2　推計値が負のときの調整と最終調整

等号制約条件付き最小 2 乗法はウエイトの制約条件として等号を採用しているため、推計値に負の値が計算されるのを制御できないという問題を抱えている。本章では推計された負の値は以下のようにして調整される。

［1］等号制約条件付き最小 2 乗法 wv により推計された配分ウエイト行列

のW_{wv}において負の推定値が含まれてなければこれが最終的な配分ウエイトの推定行列となる。負の推定値が含まれていれば［2］を処理する。

［２］W_{wv}の中で絶対値が最大となる負の推定値と同じ位置にあるW_{wv}の要素を 0 と置き、取引額の X,Y を変更せずに［1］を実行する。

［３］この処理を繰り返すことで負の推定値がなくなり、ウエイトの正の制約条件を満足する配分ウエイト行列の解が得られる。

［４］推計前の $a(W)$ において 0 に[置き換えられた要素を 0.0001 と置き換える。この置き換えた配分ウエイト行列を初期値としてエントロピー最適化法により最終推計とする。

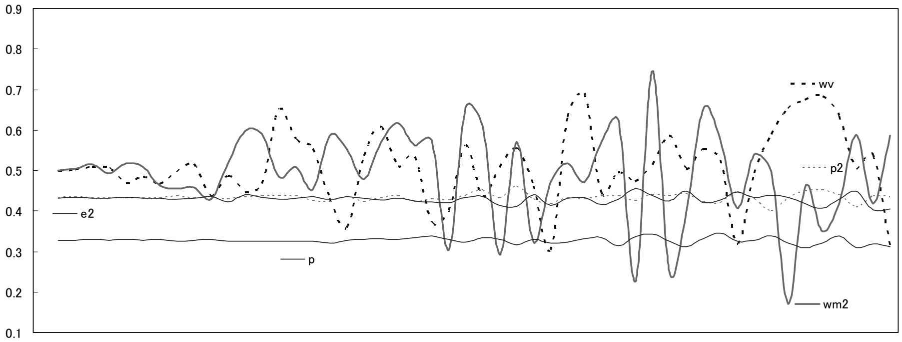
このようにして等号制約条件付き最小 2 乗法の *wv* に対して負の調整と最終調整おこなったのが *wv*2 である。表 4 に推計値の負の値に対して調整をして 0 に置き換えられた配分ウエイトと最終調整をしてウエイトの小さな値に置き換えた例が示されている。Q の連番の 1,5,11 が前者の推計値であり影を付けて表示している。Q の連番の 2,6,12 が後者の推計値である。また、負の調整は必要ではないが、均等配分 e と同一配分パターン方式 p に対して最終調整をおこなったのがそれぞれ $e2$ と $p2$ である。

2.3　推計結果の評価

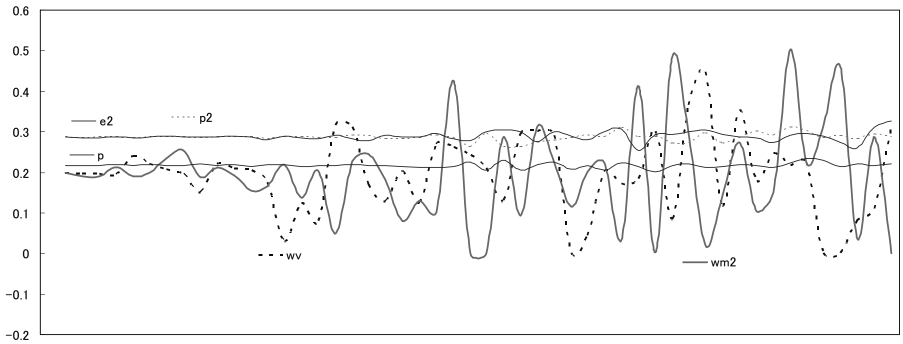
分類 B の取引額 Y の誤差として（1-2）式における U の要素に互いに独立な正規分布の 10k 倍を与えたとき、$k = 0 \cdots 50$ に対する推計結果が付表 1 に示されている。紙面の都合から個別分類コードa_1の $\omega_{11}, \omega_{21}, \omega_{31}$、個別分類コード$a_2$の$, \omega_{12}, \omega_{22}, \omega_{42}$、個別分類コード$a_5$の ω_{45}, ω_{55} のみの推計値を表示している。付表 1 の（1）は最小 2 乗法 *wv* による推計であり、k=0 のとき、すなわち Q が 1 のときは誤差が生じていないので真の値そのものが推計されている。Q が大きくなるにつれて、同じことであるが Y の誤差が大きくなるにつれて推計値は真の値に対して大きく変動していることがわかる。付表 1 の$\omega_{11}, \omega_{21}, \omega_{31}$についての誤差に対する変動の大きさを示したのが図 2 である。付表 1 の（3）は同一配分パターン方式 p による推計であり、Q が 1 のときは誤差が生じていないの（2-3）式に一致している。この方式は Y の合計により推計されるため Y の誤差が大きくなるにもかかわらず推計値は誤差が無いときの推計値に対してあまり変動していないことが図 2 からもわかる。付表 1 の（5）で示される均等配分の方法 e は（2-2）式に示されているように k の

図２　誤差を大きくしたときの推定方法の違いによる配分ウエイトの推移

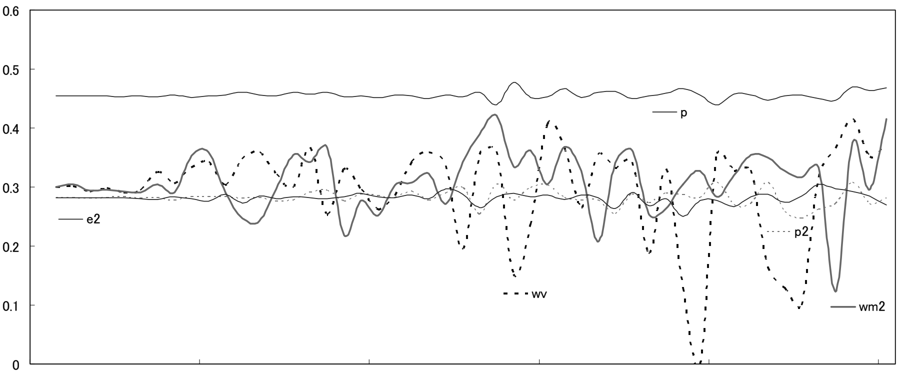
（１）真の値が $\omega_{11} = 0.5$ のときの推定値



（２）真の値が $\omega_{21} = 0.2$ のときの推定値



(3) 真の値が $\omega_{31} = 0.3$ のときの推定値



（出所）付表 1 の左側の 1 行目から 3 行目までの推計結果にもとづき著者作成

（注）取引額を考慮しない均等配分による推計方式は $\omega_{11}, \omega_{21}, \omega_{31} = 1/3$ として一定となるため図示するのを省略している。

変化に関わらず一定である。

付表 1 の（2）は *wv*2 による推計であり、*Q* が 1 のときは誤差が生じていないので真の値そのものが推計されている。図 2 から *Y* の誤差が大きくなにつれて *wv* と同じように推計値は真の値に対して大きく変動していることがわかる。付表 1 の（4）は *p*2 による推計であり、*Q* が 1 のときは誤差が生じていないのに（2-3）式とはかなり異なる値を示している。エントロピー最適化にさいして本章では *X,Y* ともに平均値、同じことであるが合計の値を利用しているため *Y* の誤差が大きくなるにもかかわらず推計値は誤差が無いときの推計値に対してあまり変動していないことが図 2 かわもわかる。付表 1 の（6）は *e*2 による推計であり、*Y* の誤差が大きくなるにもかかわらず推計値は誤差が無いときの推計値に対してあまり変動していないことが図 2 からもわかる。しかも、初期値が異なる *p* と *e* の最終調整において、*p*2 と *e*2 が誤差がないときに同じ値を推計していることに注意する必要がある。真の値との関係も含めこの両者が一致することについては今後の検討課題として残される。

推計方法については今年度はこれ以上の検討はできなかったが、誤差が大きいときにどの方式を採用すれば安定した推計値が得られるか、またどのような取引額の構造のときに真の値に近似した推計値が得られるか等は今後の検討課題である。

３．商品分類 SITC-R1 系列の作成方法

第1節で紹介した配分ウエイト行列の推計方法については検討すべき課題が山積しているが、これらの方法を利用してSITC-R2からSITC-R1への変換を試みたのが本節である。この変換に採用した配分ウエイトの推定方法は*e,p,wv*と*p*の変形となる*u*方式である。前述したように、*u*方式というのは*p*方式で求められた配分ウエイト行列において列ごとに見て最大値を1、それ以外を0と置き換える推計方法である。第2節で紹介した推定値の負および最終調整のときに利用したエントロピー最適化法は2006年2月現在ではまだ実際の貿易データの処理プログラムには組み込まれていないため、本節では*e*2,*p*2,*wv*2は採用していない。エントロピー最適化法のプログラムへの組込みは来年度の課題である。本節で使用される貿易データはUN作成のon-line検索によって得られるUN Comtrade Database貿易データにおける報告国の日本であり、アジア

表５　商品分類間の対応関係におけるタイプごとの商品グループの個数

Type	SITC-R1: SITC-R2	SITC-R2: SITC-R3	SITC-R1: SITC-R3	HS1988: SITC-R3	HS1996: SITC-R3	HS2002 :SITC-R3
1	868	659	356	2218	2126	2067
2	212	250	250	0	0	0
3	64	10	22	893	930	972
4a	14	0	29	1	0	0
4b	12	88	41	0	0	0
Total	1170	1007	698	3112	3056	3039

（出所）SITC-R1 と SITC-R2 の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* 、商品分類 SITC-R2 と SITC-R3 の基本項目における対応関係コード表は UN 統計局発行の *Standard International Trade Classification Revision 3* から得られた対応関係を対応関係の基本モデルとして一部をアジア経済研究所で調整した対応関係の前者の/ts/mst/comm./clcvp6.r12 と後者の/ts/mst/comm/clcvp6.r23_item から著者作成。SITC-R1 と SITC-R3 の対応関係は上記の clcvp6.r12 と clcvp6.r23_item から著者作成。HS の各改訂版と SITC-R3 の対応関係は UN のホームページのhttp://unstats.un.org/unsd/cr/registry/regdnld.asp?Lg=1から、SITC-R3 と HS の各改訂版の対応関係が SITCRev.3, English, Structure、SITC Rev.3-HS2002, correspondences、SITC Rev.3-HS1996, correspondences、SITC Rev.3-HS1998, correspondences のそれぞれとして得られた Excel 形式のファイルから著者作成。

（注）分類 *A* から分類 *B* の方向に対する変換を（*A*:*B*）で表わし、この変換をもとにした対応関係のタイプとする。*type* は対応関係のタイプ、*number* は商品グループの個数を表わす。分類 *B* から分類 *A* の方向に対しては 2,3 のみを入れ替えることで可能となる。

経済研究所が 2004 年に検索したものである。対象年度は 1962 年から 2003 年までの 42 年間をカバーしている。

この中で商品分類については SITC-R1 による編集は 1962 年から 2003 年、SITC-R2 による編集は 1976 年から 2003 年まで、SITC-R3 あるいは HS1988 年度板による編集は 1988 年以降、HS1996 年版は 1996 年以降、HS2002 年度板は 2002 年以降 2003 年までであるが、SITC-R1 による 1976 年から 1987 年までは UN によって SITC-R2 から SITC-R1 へ変換された推計値である。

アジア経済研究所ではこれまでUNあるいはOECDの国際機関から入手した貿易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

表６ 対応関係のタイプが 4a と 4b における商品グループの大きさ

SITC-R1:SITC-R2

$G_i(j)$	*type*	*m*	*n*
0023 1	4a	3	4
0062 1	4a	5	6
0065 1	4b	3	4
0024 1	4b	4	4
0063 1	4a	5	3
0090 1	4a	2	3
0232 1	4a	2	2
0264 1	4b	2	2
0300 1	4a	2	2
0413 1	4b	7	4
0551 1	4b	2	3
0576 1	4b	2	4
0592 1	4a	4	2
0610 1	4a	4	2
0642 1	4b	3	5
0680 1	4a	3	2
0727 1	4b	2	6
0729 1	4b	2	2
0731 1	4a	4	4
0732 1	4b	8	13
0862 1	4a	2	2
0866 1	4a	2	3
0906 1	4b	3	4
0911 1	4b	2	3
0975 1	4a	4	3
1020 1	4a	2	8

SITC-R2:SITC-R3

$G_i(j)$	*type*	*m*	*n*
0023 1	4b	2	10
0026 1	4b	3	8
0052 1	4b	2	3
0063 1	4b	18	21
0074 1	4b	2	4
0077 1	4b	2	8
0114 1	4b	6	10
0121 1	4b	2	6
0129 1	4b	2	3
0131 1	4b	2	4
0137 1	4b	2	9
0158 1	4b	6	4
0184 1	4b	2	2
0209 1	4b	2	3
0212 1	4b	17	23
0252 1	4b	2	3
0283 1	4b	2	3
0334 1	4b	2	3
0352 1	4b	2	6
0367 1	4b	2	3
0378 1	4b	11	34
0439 1	4b	2	2
0444 1	4b	4	4
0455 1	4b	4	4
0485 1	4b	2	2
0504 1	4b	2	3
0512 1	4b	2	7
0531 1	4b	2	9
0556 1	4b	9	9
0602 1	4b	3	5
0604 1	4b	44	112
0617 1	4b	3	3
0618 1	4b	2	3
0619 1	4b	2	5
0625 1	4b	2	2
0628 1	4b	2	3
0635 1	4b	2	2
0638 1	4b	2	2
0642 1	4b	2	2
0643 1	4b	2	2
0649 1	4b	2	17
0660 1	4b	3	5
0661 1	4b	6	22
0692 1	4b	3	7
0696 1	4b	2	5
0703 1	4b	10	19
0706 1	4b	4	5
0708 1	4b	4	6
0717 1	4b	2	3
0718 1	4b	2	2
0729 1	4b	6	27
0736 1	4b	2	3
0740 1	4b	6	10
0742 1	4b	2	2
0744 1	4b	3	4
0747 1	4b	3	8
0754 1	4b	2	2
0765 1	4b	5	20
0778 1	4b	3	4
0783 1	4b	4	8
0809 1	4b	4	8
0813 1	4b	3	3
0818 1	4b	3	3
0824 1	4b	3	5
0827 1	4b	2	3
0837 1	4b	3	2
0841 1	4b	2	2
0844 1	4b	2	3
0858 1	4b	3	5
0869 1	4b	2	3
0881 1	4b	3	3
0886 1	4b	3	5
0890 1	4b	3	4
0891 1	4b	2	3
0898 1	4b	54	36
0910 1	4b	2	2
0914 1	4b	3	12
0915 1	4b	2	3
0918 1	4b	2	3
0919 1	4b	2	6
0928 1	4b	4	4
0950 1	4b	525	1014
0959 1	4b	2	6
0976 1	4b	2	2
0977 1	4b	2	2
0994 1	4b	2	6

SITC-R1:SITC-R3

$G_i(j)$	*type*	*m*	*n*
0016 1	4b	4	7
0038 1	4b	3	3
0042 1	4b	3	3
0045 1	4b	11	21
0053 1	4a	2	4
0056 1	4a	2	8
0084 1	4a	2	8
0088 1	4a	2	3
0090 1	4b	2	4
0112 1	4b	7	4
0130 1	4b	3	6
0149 1	4a	2	3
0152 1	4b	17	33
0168 1	4b	2	3
0183 1	4b	4	2
0199 1	4b	2	7
0222 1	4b	8	10
0261 1	4b	2	10
0277 1	4b	11	38
0293 1	4b	5	6
0307 1	4b	2	2
0357 1	4b	2	2
0362 1	4b	2	3
0370 1	4a	2	7
0382 1	4a	2	9
0414 1	4b	2	3
0436 1	4b	2	3
0443 1	4a	3	6
0444 1	4b	2	2
0454 1	4a	2	3
0455 1	4b	2	5
0461 1	4a	2	2
0464 1	4a	2	3
0470 1	4a	2	2
0473 1	4a	2	2
0477 1	4a	2	2
0478 1	4b	2	2
0495 1	4b	4	5
0496 1	4a	4	22

0519	1	4b	2	7
0522	1	4b	6	15
0525	1	4b	2	8
0534	1	4b	2	14
0535	1	4b	4	20
0543	1	4b	3	5
0559	1	4a	2	9
0563	1	4b	3	11
0566	1	4a	2	3
0572	1	4b	2	9
0581	1	4a	2	3
0589	1	4b	2	2
0590	1	4a	3	3
0592	1	4a	2	9
0593	1	4a	2	3
0599	1	4b	7	36
0608	1	4a	2	2
0612	1	4b	3	12
0613	1	4b	2	3
0616	1	4b	3	9
0618	1	4b	2	3
0623	1	4a	4	4
0625	1	4b	2	2
0635	1	4b	439	1327
0643	1	4a	2	5
0653	1	4a	2	6
0670	1	4a	2	2
0671	1	4a	2	2
0682	1	4b	2	2
0687	1	4a	2	6

HS1988: SITC-R3

1081	1	4a	3	2

（出所）表 5 で示されたそれぞれの対応関係にもとづき著者作成

（注）(*A*:*B*)は分類 *A* から分類 *B* の方向に対する変換をもとにした対応関係とする。$G_i(j)$ は商品グループを表わし *i* がグループ、*j* はサブグループであり、type は商品グループにおける対応関係のタイプを表わす。*m* は分類 *A* における商品分類コードの個数、*n* は分類 *B* における商品分類コードの個数をそれぞれ表わす。HS1996 から SITC-R3 および HS2002 から SITC-R3 の対応関係は対応関係のタイプが 1 と 3 のみであるので表には現れてこない。*wv* に対して推計のさいに問題となる商品グループが大きくなっているのは SITC-R2 と SITC-R3 では 0950、SITC-R1 と SITC-R3 では 0635 である。

るようにデータの補正をしている（注2）。また、当研究所では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で、これらの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コード（the most detailed classification code： *mdcc*）という。アジア経済研究所ではこの*mdcc*による商品分類をもとにした貿易データをAID-XTの基礎データとして利用している。

日本の1962年から2003年までの輸出データにおけるSITC-R1系列の長期時系列貿易データ作成するにあたってはAID-XTの基礎データをもとに以下の変換が必要である。

［１］日本の輸出データにおいて、1962年から75年までの範囲はSITC-R1の原系列が存在するのでこれを使用する。

［２］日本の輸出データにおいて、1976年から87年までは原系列はSITC-R2であるのでSITC-R2からSITC-R1への方向を持つ配分ウエイトを推計してSITC-R1の系列を作成する。本章の目的はこの部分に関係している。

［３］1988年から93年までは原系列はSITC-R3なのでSITC-R3からSITC-R2を推計し、続いてこの得られたSITC-R2の系列をSITC-R1へと再度変換する。

［４］1994 年以降の原系列は HS であるため、SITC-R3 へ変換した後上記の方法を適用する。

本節で対象とする日本の貿易データにおいて 1994 年から 2003 年までの中で、[2] に限って変換をおこなっている。

3.1 商品分類の対応関係にもつづく貿易データの変換

商品分類 SITC-R1 と SITC-R2 の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* 、商品分類 SITC-R2 と SITC-R3 の基本項目における対応関係コード表は UN 統計局発行の Standard International Trade Classification Revision 3 から得られた対応関係を対応関係の基本モデルとする。HS 各改訂版と SITC-R3 の対応関係は以前は同じように UN 統計局発行の *Commodity Indexes for the Standard International Trade Classification, Revision 3* から得られた対応表を基本モデルとして利用していたが、最近では UN 統計局のホームページである http://unstats.un.org/unsd/cr/registry/regdnld.asp?Lg=1 から、SITC Rev.3-HS2002, correspondences、SITC Rev.3-HS1996, correspondences、SITC Rev.3-HS1998, correspondences のそれぞれとして得られた Excel 形式のファイルを利用している。

商品分類の対応関係における対応関係のタイプごとの商品グループの個数が表 5 に示されている。対応関係のタイプの中で対応関係のタイプ 1 とタイプ 3 に属する分類コードの配分ウエイトは無条件に 1 であるので推計はおこなわず、配分ウエイトの推計が必要とされるのは 2,4a,4b である。表 6 に SITC-R1 と SITC-R2、SITC-R2 と SITC-R3、SITC-R1 と SITC-R3、HS1988 と SITC-R3 の対応関係の中で対応関係のタイプが 4a,4b となる商品グループのみが示されている。それ以外の対応関係において 4a,4b のタイプは存在しない。表 6 では分類 A と B の対応関係において前者の個数を m、後者の個数を n で表している。推計のとき最大の問題は m,n が大きくなることであるが、SITC-R2 と SITC-R3 では商品グループが 0950 の(525,1014)、SITC-R1 と SITC-R3 では 0635 の（439,1327）が大きくなる商品グループである。このような商品グループに対しては wv ではこのままの状態では推計できない。商品グループの m,n が大きくなったときの推計方法については来年度も引き続き検討課題として残されている。

日本の輸出における配分ウエイトの推計プロセスは商品分類における対応関係の基本モデルを出発点として配分ウエイトを推計しているが、タイプが 2,4a,4b のみを対象として配分ウエイトを推計する。配分ウエイトの推計は 3 段階の処理プロセスから構成される。第 1 段階目のプロセスは計算可能な商品グループに対して制約条件付き最小 2 乗法により推定量を計算することである（注3）。計算プログラムの内部容量の関係から推計するパラメターである配分ウエイトの数が多すぎて計算不可能な大きな商品グループは予め取り除くておく必要がある。取り除いた商品グループは切断により比較的小さなサブグループを作成することができる。サブグループが計算可能であれば制約条件付き最小 2 乗法により推定量を計算する。サブグループにおいても大きすぎるものが残ることがあるが、そのときは 4 桁レベルの分類コードの対応関係ではなく 3 桁レベルの分類コードの対応関係に直して計算する。日本の輸出データではこの段階ですべての商品グループが推計される。

3.2　配分ウエイト行列の負の調整と最終調整

推計方法として*wv*を採用しているとき、等号による制約条件を用いているため商品分類の改訂年前後の貿易構造によっては商品グループ内の配分ウエイトは必ずしも正の値を取るとは限らない。負の配分ウエイトに対する変換元の取引額が大きいと負の取引額が得られることがある。したがって、配分ウエイト負の値が含まれているときには、すべての配分ウエイトが正の値となるように再配分をする必要がある。この再配分による調整を配分ウエイトの「負の調整」といい、配分ウエイトの推計のための第 2 段階目のプロセスである（注4）。

第2節で紹介したように負の値の調整は基本的には2段階の処理でおこなわれる。最初は等号制約条件付き最小2乗法*wv*により推計された配分ウエイト行列のW_{wv}において絶対値が最大となる負の推定値を0と置き、取引額のX,Yを変更せずに同じ処理を繰り返し負の推定値がなくなったときの配分ウエイト行列を一時的な解とする。次は0に置き換えられた配分ウエイト行列に小さな値を与え、この置き換えた配分ウエイト行列を初期値としてエントロピー最適化法により最終推計とする。本節では最終調整のプログラムが間に合わなかったために、最初の処理でとどまっており後半の最終調整はおこなっていない。表7はSITC-R1とSITC-R2の対応関係における負の調整のプロセスを

表 7　SITC-R2 から SITC-R1 の変換における商品グループの負の調整

$G_i(j)$ (Q)	*type*	(m,n) p	$G_i(j)$ (Q)	*type*	(m,n) p	$G_i(j)$ (Q)	*type*	(m,n) p
0023	1 4a	(3, 4)	(0)		2	(1)		10
(0)		4	0259	1 4b	(2, 2)	(2)		8
0062	1 4a	(5, 6)	(0)		4	0725	1 4b	(2, 2)
(0)		6	(1)		2	(0)		4
(1)		5	0408	1 4b	(7, 4)	0727	1 4a	(4, 4)
(2)		4	(0)		12	(0)		4
(3)		2	(1)		10	(1)		3
(4)		0	(2)		9	(2)		2
0065	1 4b	(3, 4)	(3)		7	0728	1 4b	(7, 11)
(0)		8	(4)		6	(0)		13
(1)		6	0572	1 4b	(2, 4)	(1)		11
(2)		4	(0)		8	(2)		10
(3)		2	(1)		6	(3)		8
0084	1 4a	(9, 10)	(2)		4	(4)		7
(0)		10	(3)		2	(5)		6
(1)		9	0588	1 4a	(3, 2)	(6)		4
(2)		8	(0)		4	0862	1 4a	(2, 3)
(3)		7	(1)		2	(0)		2
(4)		6	0606	1 4a	(3, 2)	0902	1 4b	(3, 4)
(5)		5	(0)		4	(0)		7
(6)		3	(1)		2	(1)		5
0158	1 4a	(3, 3)	0638	1 4b	(3, 3)	(2)		4
(0)		4	(0)		9	0907	1 4b	(2, 3)
(1)		2	(1)		8	(0)		4
(2)		0	(2)		6	0971	1 4a	(3, 3)
0185	1 4a	(2, 3)	(3)		5	(0)		4
(0)		2	(4)		3	1016	1 4a	(2, 8)
(1)		0	0723	1 4b	(2, 6)	(0)		2
0227	1 4a	(2, 2)	(0)		12			

（出所）著者作成

（注）*dstb_wv9.ex* の出力の一部となる *dstb_wv9..pro* である。

示したものである。

配分ウエイト推計の第 3 段階目は切断の要素として第 1 段階の処理から取り除いた対応関係の推計である。野田・山本の「体系の異なる分類の対応関係と変換―グループ化と切断による商品分類の変換の試み―」で述べているように、切断の要素は「 … 機械的に切断する方法を取らずにグループ間の分類の内容を個別に検討して比較的関係がなさそうだと判断される対応関係を切断する方法を採用する。」という特性を持っている。すなわち、配分ウエイトの値が小であることを仮定しているわけである。したがって、切断の要素の配分ウエイトを同一商品分類の中の第 2 段階目までで得られた最小の値

表８ SITC-R1 の分類コード 0250 における SITC-R2 から SITC-R1 への変換

y	*wv*	*e*		*un- c*		*u*		*p*	
1976	47268	41662	−0.119	55111	0.166	55111	0.166	51859	0.097
1977	66097	58455	−0.116	76790	0.162	76790	0.162	72357	0.095
1978	68750	59200	−0.139	82111	0.194	82111	0.194	76572	0.114
1979	76632	64071	−0.164	94206	0.229	94206	0.229	86920	0.134
1980	62930	53559	−0.149	76041	0.208	76041	0.208	70605	0.122
1981	81512	69658	−0.145	98095	0.203	98095	0.203	91220	0.119
1982	71390	59904	−0.161	87463	0.225	87463	0.225	80799	0.132
1983	67931	53536	−0.212	88071	0.296	88071	0.296	79721	0.174
1984	62545	49041	−0.216	81438	0.302	81438	0.302	73605	0.177
1985	66735	53324	−0.201	85500	0.281	85500	0.281	77720	0.165
1986	113552	91640	−0.193	144210	0.270	144210	0.270	131500	0.158
1987	124029	94647	−0.237	165140	0.331	165140	0.331	148096	0.194

（出所）UN Comtrade Database 貿易データにもとづき著者作成

（注）推計方法の表記は表 7 に同じ。*e* の相対誤差は(*e-wv*)/*wv* として計算している。他も同様である。

に0.0001乗じた値を初期値として設定する。最終的に配分ウエイトはそれらの合計が1となるように調整された値である。

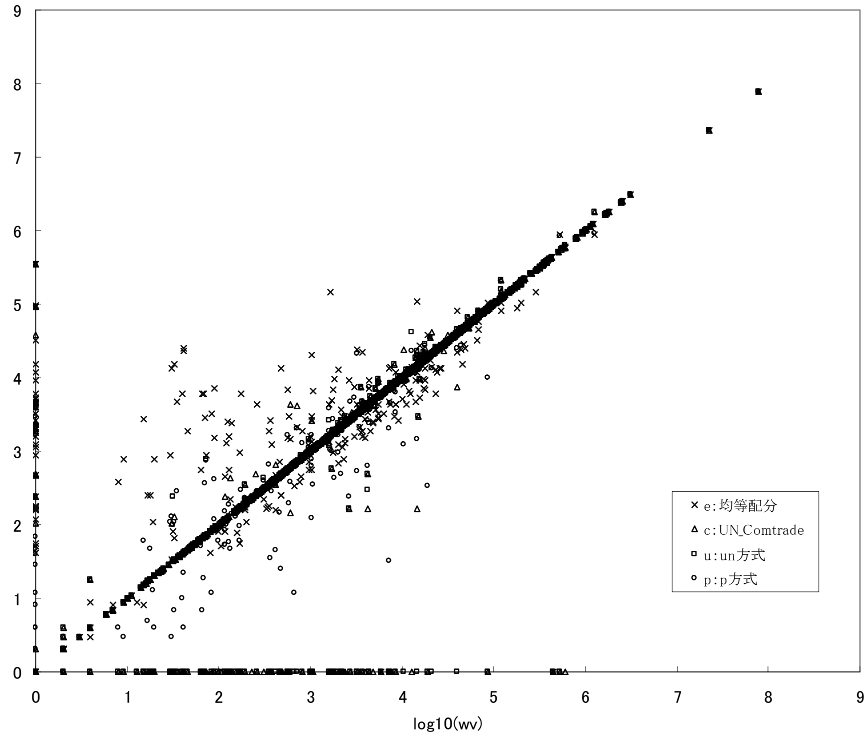
４．作成された **SITC-R1** 系列の評価

本章ではアジア経済研究所が試みている配分ウエイト行列の推計方法を採用して各種商品分類から SITC-R1 への変換をおこない得られた取引額について UN Comtrade Database 貿易データとの関連も含め推計方法の評価をすることを目的とする。

前節において作成された SITC-R1 系列によって編集されている 1976 年から 1987 年までの貿易データはアジア経済研究所作成となる *e,p,wv* と *u* 方式による推計値である。それに加えて、UN 作成による on-line 検索で得られた UN Comtrade Database 貿易データの SITC-R1 系列の 1976 年から 1987 年までを *un_c* とする。本節はこの 5 種類の異なった方法により推計された SITC-R1 における貿易額の特性を比較検討する。

表 8 に SITC-R1 の 0250 へ変換された推計値が示されている。この表ではそれぞれの方式による推計値と *wv* を基準としたときの相対誤差が示されている。*wv* を基準とすれば *e* は低めに推計されていることになり、その相対誤

図３　報告国日本における SITC-R1 へ変換された *mdcc* の散布図



（出所）著者作成

（注）1978 年度を対象としている。

差は 10%から 20%、*p* は逆に高めに推計され相対誤差は 10%から 20%、*un_c* と *u* も共に高めに推計され相対誤差は 20%から 30%となっている。特に、*un-c* と *u* が完全に一致していることに注目する必要がある。表では示していないが、すべての個別分類コードで一致しているということでは必ずしもない。

変換後の個別分類コードごとの評価は推計された取引額の *wv* を基準としたときにすべての *mdcc* に対する取引額の *e,un-c,u,p* の散布状態を利用する。日本の 1978 年における輸出データの散布状態は図 3 に示されている。*wv* を *x* 軸、*e,un-c,u,p* を *y* 軸として散布図を作成すると多くの点が右上に集中するので図 3 では log 変換したものを採用している。この図では *wv* に一致しているものは対角線上に位置し、*wv* より大きければ対角線より上に、逆に小さければ対角線より下に位置する。上位に位置するのは *e* が多く、それに対して

表９ 変換された SITC-R1 における絶対誤差の総和に対する構成比

y	*e*	*un- c*	*u*	*p*
1976	0.993757	0.002420	0.002172	0.001651
1977	0.995157	0.001864	0.001685	0.001294
1978	0.994854	0.002127	0.001688	0.001330
1979	0.939933	0.023526	0.020419	0.016122
1980	0.992172	0.003112	0.002684	0.002032
1981	0.991197	0.004273	0.002553	0.001976
1982	0.992775	0.003295	0.002203	0.001726
1983	0.993866	0.002851	0.001869	0.001414
1984	0.991678	0.003936	0.002433	0.001952
1985	0.992902	0.003396	0.002084	0.001618
1986	0.924556	0.050584	0.013895	0.010965
1987	0.993540	0.003419	0.001697	0.001344

（出所）著者作成

（注）推計方法の表記は表 7 に同じ。

下方に位置するものは *un-c,u,p* である。*wv* は存在するが *e,un-c,u,p* のいずれかが存在しないときは *x* 軸に、逆のときは *y* 軸に位置している。

変換後の総合的な評価は絶対誤差の総和に対する構成比を利用する。個別分類コードの個数を *N* として、*wv* を基準としたきの個別分類コードに対する絶対誤差を *ae* とする。例えば *e* については、

$$ae_e = \sum_{i=1}^{N} |e_i - wv_i|$$

とする。その他についても同様である。表 9 は絶対誤差の構成比を示したものである。*e* については、$ae_e/(ae_e + as_{un-c} + ae_u + ae_p)$ として表される。その他についても同様にする。表 9 によれば誤差に占める割合は圧倒的に *e* が大きいことがわかる。すなわち、*wv* を基準としたとき *p,u,un-c,e* の順に近似していない状態であることが確かめられる。

真の値が知られているときの *wv* と *p* の違いを検討しなければならないが、変換後の個別分類コードと総合評価の結果は貿易データ *X,Y* の誤差の程度や推計プログラムの難易度を考慮すれば *p* 方式が現在のところ最良の推計方法と判断できる。来年度はこれらの手法に加えてこれらの手法で得られた配分ウエイト行列を初期値とするエントロピー最適化法により最終調整した *e2,p2,wv2* も考慮して評価したいと考えている。最終調整も *X,Y* の平均値あるいは総額を利用せずに年ごとの取引額を利用するという方法も可能である。

取引額の誤差、最終調整の方法やしかも推計のためのプログラム作成の難易度も考慮したとき、どの推計方式を採用するのが最適化であるかを決めることも来年度の課題である。

おわりに

本章において商品分類統一のために必要な配分ウエイト行列の推計方法の中で分類 *A* と *B* に対して独立性を仮定した同一配分パターンの *p* 方式、等号制約条件付き最小 2 乗法を回帰式により求めた方法の *wv* 方式の概略を紹介し、推計方法は紹介しなかったが取引額を考慮しない均等配分による *e* 方式も加えた 3 つの推計方法に対して、推計された配分ウエイト行列を初期値としてエントロピー最適化法を利用した *p*2,*wv*2,*e*2 のそれぞれの最終調整による推計を試みている。配分ウエイト行列の真の値が知られているとき、等号制約条件付き最小 2 乗法の *wv* と *wv*2 の方式の特徴は（1-2）式で表現された構造に対する誤差、すなわち分類 *B* に対応する取引額の *Y* の誤差に対して敏感に反応することである。*wv* と *wv*2 の方式は誤差が小さければ真の値に近い値を推計するが、誤差が大きくなるにつれて真の値の中心として大幅に変動する傾向を示している。それとは逆に *p*,*e* および *p*2,*e*2 の方式では誤差に敏感ではなく真の値には必ずしも近くはないがほぼ一定の値を維持していることである。注目すべきことは初期値として与えた配分ウエイト行列が異なるにもかかわらず、*p*2 と *e*2 は類似した推計値を持つことである。

今回は分類 *A* に対応する取引額の *X* の作成において（2-1）式で示された単純な構造を採用しているが、来年度ではもう少し複雑な構造も取り入れ、しかも取引額の行列の *X*,*Y* にある傾向を与える等しながら推計方法の特徴を検討する必要がある。貿易データは単純に（1-2）式を仮定するような推計し易い構造を持っているものは稀である。したがって、推計方法には誤差にはそれほど敏感に反応せず安定した解を推計するような方法の採用が望まれる。

本章ではさらに UN Comtrade Database 貿易データの報告国日本の輸出をもとにして作成された SITC-R1 系列の 1976 年から 1987 年までの貿易データとして、（1）アジア経済研究所作成となる *e*,*p*,*wv* と *u* 方式による推計値、（2）UN 作成による on-line 検索で得られた UN Comtrade Database 貿易データの SITC-R1 系列の 1976 年から 1987 年までの *un_c*、の 5 種類を対象としてこれ

らの推計値の特性を比較検討している。*wv* を基準としたとき変換後の絶対誤差の比率から *p,u,un-c,e* の順に精度が高いという結論に達している。しかも、*p,u,un-c* はそれほど大きな開きは見られないが、*e* については誤差の程度が極端に大きく、利用についてはかなり問題があると判断せざるを得ない状態にある。したがって、*e* 方式についての評価は今後さらにやっていく必要があるが、アジア経済研究所でこれまで利用してきた均等配分による *adjd* 系列の AID-XT 基礎データについてはその利用について見直す必要があると考えられる。

本章の作成において試行錯誤でおこなった *Y* の誤差にもとづく推計結果の作図等についてはアジア経済研究所開発研究センターの平井令子氏に絶大なる協力を得たことを感謝し、ここに付記する。

（注１）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。この方法は個別分類コードが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。パラメター空間を Θ としてその要素を $\theta_1 \cdots \theta_m$ とする。事前情報がまったくない場合には Θ 上の分布、$\{f(\theta_1), \cdots, f(\theta_m)\}$ のエントロピーを最大にする分布が利用される。すなわち、そのような分布は最大の不確実性をもつ分布である。エントロピーは、

$$e\{f(\theta)\} = -\sum_{j=1}^{m} f(\theta_j) \log f(\theta_j)$$

で与えられる。分布の性質からその和は１となる。

$$\sum_{j=1}^{m} f(\theta_j) = 1$$

エントロピーの最大化は $\partial e[f(\theta)] / \partial f(\theta) = 0$ より得られる。これを計算して、$f(\theta_j) = 1/m \quad j = 1, \cdots, m$ となり、エントロピーを最大化する分布として一様分布が得られる。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。

（注２）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：AID-XT（Ajiken Indicators of Developing economies: eXtended for Trade statistics）は旧 AID-XT と新 AID-XT の２種類が存在する。旧 AID-XT 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はUN統計局が2003年から開始したon-line検索によるUN Comtrade Database貿易データから得られたUN貿易統計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。

（注３）第１段階目の配分ウエイト行列の推計プロセスの概略は次のようにまとめられる。［１］各国の貿易取引状況を考慮せずに商品分類体系のみから得られる基本項目における分類コードの対応関係を*A*とする。［２］対応関係の*A*は一般的な対応関係であるので、この*A*の中から日本の輸出データで使用されているすべて*mdcc*の分類コードのみを対象とした対応関係を作成する。この対応関係が対応関係の*B*である。本章の目的は対応関係*B*の配分ウエイトを推計し、この配分ウエイトにもとづいて貿易額を変換することである。この対応関係*B*が商品分類の変換のときに利用される。［３］日本の輸出データの中で取引金額が500US$以上であり、同時に5年以上取引実績のある*mdcc*分類コードのみを対応関係*B*から取り出し対応関係*C*を作成する。この対応関係の作成は上記の条件を満たさない対応関係を切断の要素*H*とするときの切断によるサブグループ化に相当する。対応関係*C*は配分ウエイトの推計のための商品グループのみから構成される計算可能な対応関係である。［４］日本の輸出データと対応関係*C*から配分ウエイトを推計する。データ処理の煩雑さを避けるため対応関係のタイプは2、4a、4bの3種類のみを推計の対象とする。［５］対応関係*C*においてすべての商品グループが推計できれば第1段階目のデータ処理は終了である。しかし、多くの場合、推計プログラムの容量の関係から商品グループの大きさがある程度を超えたときには計算できない。そのときは対応関係*C*の中から商品グループの大きな対応関係*E*とそうではない対応関係*D*とに分割する必要がある。［６］対応関係*D*に含まれる商品グループは計算可能であるのでの配分ウエイトを推計する。［７］計算不可能な対応関係*E*は対応関係を切断して計算可能な大きさのサブグループを作成する。実は本章の配分ウエイトの推計作業においてこの切断の要素*H’*を確定することが一番厄介な作業である。［８］切断によりサブグループが作成されるがこの中にも［5］と同じ問題が含まれる。したがって、対応関係の*E*は計算可能な対応関係*F*とそうではない対応関係*G*と切断の要素*H’*に分割する。［９］対応関係*F*に含まれる商品グループの配分ウエイトを推計する。［10］対応関係*G*はこれ以上の切断はおこなわずに、3桁レベルの分類コードの対応関係*G’*に置き換えて少しでも対応関係の大きさを計算可能な状態に直して推計する。これが推計できれば配分ウエイトのデータ処理の第1段階目は終了である。［11］分類コードの3桁レベルで得られた配分ウエイトの推計値を4桁レベルへ再配分する。この方法としては1個の3桁レベルの分類コードを複数個の4桁レベルの分類コードに配分することから対応関係のタイプ2の方法で処理で

きる。しかし、本章ではデータ処理を簡単にするため均等配分の方法を適用している。これは、*G'*から*G*に向かう方向の対応関係である。

（注４）以前からおこなわれていた負の調整は野田の「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―」によれば、配分ウエイト$\omega_1 \cdots \omega_n$に負の値が含まれているとき、最小の値ω_1が0.0001となるようにすべての配分ウエイトから$\omega_1 - 0.0001$を差し引き、その合計で配分ウエイトを除する。$i = 1 \cdots n$に対して、$\omega_i' = \{\omega_i - (\omega_1 - 0.0001)\} / \{\omega_{\bullet} - n(\omega_1 - 0.0001)\}$となるのが負の調整済みの配分ウエイト$\omega_1' \cdots \omega_n'$である。$\omega_{\bullet}$は$n$個の合計を表す。したがって、$\omega_1'$は必ずしも置き換えた値の0.0001には等しくない。

【参考文献】

［１］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ーニューラル・ネットワークを用いてー」（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 No.83 アジア経済研究所 2001）

［２］竹内啓、柳井晴夫『多変量解析の基礎』東洋経済新報社 1986

［３］野田容助「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ー」（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）

［４］―――「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）

［５］―――「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―』統計資料リーズ（SDS）No.88 アジア経済研究所 2005）

［６］―――「分類統一のための配分ウエイト行列の推計―ウエイト既知値を等号制約条件とする最小 2 乗法―」（野田容助編『長期時系列によ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）

［７］―――「対応関係における配分ウエイトの推計―回帰式によるウエイト制約条件付き最小 2 乗法―」（野田容助編『長期時系列によ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）

付表１　分類 A における個別分類コード $a_1 \cdots a_5$ に対応する統計値 X の取引額

Q	ω_{11}	ω_{21}	ω_{31}	ω_{12}	ω_{22}	ω_{42}	ω_{45}	ω_{55}
(1)	wv（等号制約条件付き最小２乗法）							
1	0.50000	0.20000	0.30000	0.40000	0.50000	0.10000	0.60000	0.40000
2	0.50203	0.19719	0.30078	0.39877	0.50629	0.09494	0.59085	0.40915
3	0.50993	0.19769	0.29238	0.38236	0.50525	0.11239	0.59508	0.40492
4	0.50657	0.19478	0.29864	0.38802	0.51198	0.10000	0.56097	0.43903
5	0.46821	0.24015	0.29164	0.45459	0.42740	0.11800	0.59831	0.40169
6	0.48478	0.22082	0.29441	0.42594	0.45931	0.11475	0.59644	0.40356
7	0.46579	0.20791	0.32630	0.46107	0.48653	0.05240	0.54556	0.45444
8	0.49571	0.19772	0.30657	0.40836	0.49583	0.09581	0.50224	0.49776
9	0.51615	0.15117	0.33268	0.35754	0.58782	0.05465	0.55801	0.44199
10	0.43579	0.22202	0.34219	0.52147	0.46285	0.01567	0.57203	0.42797
11	0.48736	0.20995	0.30268	0.41512	0.47334	0.11154	0.51077	0.48923
12	0.44652	0.20656	0.34692	0.49586	0.47672	0.02742	0.54734	0.45266
13	0.46692	0.17441	0.35867	0.43137	0.55707	0.01156	0.64382	0.35618
14	0.64956	0.02991	0.32053	0.12449	0.81893	0.05657	0.62548	0.37452
15	0.57652	0.12494	0.29854	0.27199	0.64080	0.08721	0.84736	0.15264
16	0.55251	0.08045	0.36704	0.30933	0.69067	0.00000	0.65954	0.34046
17	0.43192	0.31522	0.25286	0.52838	0.27940	0.19222	0.59088	0.40912
18	0.35939	0.31082	0.32979	0.63397	0.31287	0.05316	0.50768	0.49232
19	0.53428	0.17017	0.29554	0.34866	0.58161	0.06973	0.64454	0.35546
20	0.60855	0.12923	0.26222	0.19986	0.61061	0.18953	0.54194	0.45806
21	0.51139	0.20312	0.28550	0.39404	0.51827	0.08768	0.61610	0.38390
22	0.53389	0.12428	0.34183	0.35740	0.64260	0.00000	0.52062	0.47938
23	0.37157	0.27007	0.35836	0.64171	0.35829	0.00000	0.51350	0.48650
24	0.40009	0.26349	0.33642	0.58387	0.41613	0.00000	0.49895	0.50105
25	0.56298	0.24236	0.19467	0.25559	0.43588	0.30853	0.55492	0.44508
26	0.43551	0.21020	0.35429	0.49662	0.50338	0.00000	0.48414	0.51586
27	0.50738	0.13135	0.36127	0.37871	0.62129	0.00000	0.54744	0.45256
28	0.55519	0.29311	0.15170	0.30753	0.33900	0.35347	0.67803	0.32197
29	0.46169	0.30145	0.23686	0.44446	0.32612	0.22942	0.61973	0.38027
30	0.30306	0.29124	0.40570	0.68446	0.31554	0.00000	0.79727	0.20273
:								
40	0.52640	0.11828	0.35532	0.35647	0.64353	0.00000	0.57005	0.42995
41	0.31852	0.35394	0.32754	0.71161	0.28839	0.00000	0.62095	0.37905
42	0.49365	0.17807	0.32828	0.44392	0.53681	0.01928	0.53162	0.46838
43	0.58884	0.24689	0.16427	0.17998	0.42239	0.39763	0.69952	0.30048
44	0.65204	0.21918	0.12878	0.14061	0.47166	0.38773	0.39729	0.60271
45	0.67457	0.22544	0.09999	0.04457	0.44708	0.50835	0.62253	0.37747
46	0.68303	0.00000	0.31697	0.00000	0.90529	0.09471	0.54471	0.45529
47	0.63559	0.00000	0.36441	0.18079	0.81921	0.00000	0.64907	0.35093
48	0.50381	0.08172	0.41447	0.36745	0.63255	0.00000	0.72915	0.27085
49	0.53671	0.11177	0.35151	0.32704	0.67296	0.00000	0.52239	0.47761
50	0.31284	0.31606	0.37110	0.68997	0.31003	0.00000	0.66546	0.33454

(2)　wv2（等号制約条件付き最小２乗法 ＆ エントロピー最適化法）

1	0.50000	0.20000	0.30000	0.40000	0.50000	0.10000	0.60000	0.40000
2	0.50418	0.19093	0.30490	0.39320	0.51525	0.09154	0.60621	0.39379
3	0.51571	0.19008	0.29421	0.36999	0.51591	0.11410	0.59527	0.40473
4	0.49248	0.21185	0.29567	0.41096	0.48064	0.10840	0.58600	0.41400
5	0.51786	0.18929	0.29285	0.36753	0.51249	0.11998	0.58598	0.41402
6	0.50919	0.19937	0.29144	0.38569	0.50430	0.11001	0.59124	0.40876
7	0.46136	0.23390	0.30474	0.47209	0.43025	0.09766	0.56975	0.43025
8	0.45505	0.25430	0.29065	0.48990	0.40119	0.10891	0.62451	0.37549
9	0.45797	0.18859	0.35344	0.47356	0.52634	0.00010	0.69776	0.30224
10	0.42996	0.21102	0.35902	0.53212	0.46778	0.00010	0.62097	0.37903
11	0.51681	0.19166	0.29153	0.36945	0.52356	0.10699	0.58208	0.41792
12	0.59780	0.15525	0.24694	0.22885	0.58124	0.18991	0.72040	0.27960
13	0.59158	0.16658	0.24184	0.24846	0.55336	0.19817	0.65564	0.34436
14	0.48485	0.21856	0.29659	0.44184	0.46173	0.09643	0.55421	0.44579
15	0.50804	0.13764	0.35432	0.37984	0.60264	0.01752	0.62763	0.37237
16	0.45419	0.20330	0.34251	0.48833	0.51157	0.00010	0.68095	0.31905
17	0.58523	0.04869	0.36608	0.25020	0.74580	0.00400	0.50212	0.49788
18	0.55288	0.22832	0.21879	0.30396	0.43019	0.26584	0.60490	0.39510
19	0.47836	0.24471	0.27694	0.44546	0.42317	0.13137	0.61799	0.38201
20	0.56844	0.18073	0.25082	0.28144	0.53991	0.17864	0.50656	0.49344
21	0.61729	0.08038	0.30233	0.22112	0.68472	0.09416	0.64885	0.35115
22	0.56283	0.13000	0.30716	0.31549	0.61543	0.06908	0.54563	0.45437
23	0.57591	0.10149	0.32260	0.25904	0.69091	0.05005	0.64184	0.35816
24	0.30362	0.42511	0.27127	0.75654	0.03863	0.20483	0.50690	0.49310
25	0.65791	0.00010	0.34200	0.12792	0.87198	0.00010	0.70813	0.29187
26	0.61007	0.00010	0.38983	0.18975	0.81015	0.00010	0.42922	0.57078
27	0.29335	0.28613	0.42052	0.73279	0.26711	0.00010	0.64393	0.35607
28	0.57125	0.09409	0.33467	0.27245	0.65074	0.07681	0.48372	0.51628
29	0.32316	0.31440	0.36244	0.69766	0.30224	0.00010	0.56713	0.43287
30	0.47056	0.22422	0.30521	0.47775	0.41994	0.10231	0.53054	0.46946
:								
37	0.25035	0.48610	0.26355	0.84583	0.00010	0.15407	0.81801	0.18199
38	0.39791	0.29707	0.30502	0.69157	0.22269	0.08574	0.91746	0.08254
39	0.65237	0.02066	0.32696	0.11160	0.84465	0.04375	0.57928	0.42072
40	0.57424	0.14194	0.28382	0.28061	0.56194	0.15745	0.49646	0.50354
41	0.40663	0.27379	0.31959	0.62516	0.37474	0.00010	0.75312	0.24688
42	0.54029	0.10473	0.35498	0.33863	0.66127	0.00010	0.82627	0.17373
43	0.49806	0.15124	0.35070	0.40987	0.59003	0.00010	0.80968	0.19032
44	0.17024	0.50286	0.32690	0.99980	0.00010	0.00010	0.74667	0.25333
45	0.45978	0.22395	0.31627	0.46463	0.47481	0.06056	0.49084	0.50916
46	0.35049	0.31582	0.33369	0.74601	0.25389	0.00010	0.82574	0.17426
47	0.41883	0.45875	0.12242	0.56769	0.00010	0.43221	0.49944	0.50056
48	0.58769	0.03664	0.37567	0.18977	0.81014	0.00009	0.63162	0.36838
49	0.41762	0.28644	0.29594	0.59792	0.40198	0.00009	0.56883	0.43117
50	0.58510	0.00010	0.41480	0.21712	0.78278	0.00010	0.46774	0.53226

(3)　p（独立性を仮定した同一配分パターン方式）

1	0.32827	0.21722	0.45451	0.38937	0.25765	0.35298	0.73681	0.26319
2	0.32848	0.21731	0.45421	0.38972	0.25782	0.35247	0.73675	0.26325
3	0.32903	0.21615	0.45482	0.39035	0.25644	0.35321	0.73588	0.26412
4	0.32773	0.21812	0.45415	0.38848	0.25856	0.35296	0.73749	0.26251
5	0.32992	0.21688	0.45320	0.39122	0.25717	0.35160	0.73823	0.26177
6	0.32681	0.21874	0.45445	0.38809	0.25976	0.35215	0.73570	0.26430
7	0.33092	0.21644	0.45264	0.39153	0.25608	0.35240	0.73219	0.26781
8	0.32648	0.21707	0.45645	0.38761	0.25771	0.35468	0.74485	0.25515
9	0.32767	0.22031	0.45202	0.38929	0.26174	0.34897	0.74038	0.25962
10	0.32971	0.21611	0.45418	0.39336	0.25782	0.34882	0.73496	0.26504
11	0.32595	0.21856	0.45549	0.38841	0.26044	0.35116	0.73995	0.26005
12	0.32528	0.21423	0.46049	0.38665	0.25465	0.35870	0.73655	0.26345
13	0.32502	0.21832	0.45665	0.38606	0.25932	0.35462	0.74164	0.25836
14	0.32602	0.21916	0.45482	0.38712	0.26023	0.35265	0.74666	0.25334
15	0.32432	0.21478	0.46089	0.39191	0.25954	0.34855	0.70823	0.29177
16	0.32594	0.21630	0.45776	0.38427	0.25501	0.36073	0.73569	0.26431
17	0.32147	0.21729	0.46124	0.38523	0.26039	0.35438	0.75140	0.24860
18	0.32797	0.21875	0.45328	0.39266	0.26189	0.34544	0.73056	0.26944
19	0.32939	0.21621	0.45440	0.38866	0.25511	0.35623	0.73292	0.26708
20	0.33150	0.21635	0.45215	0.38945	0.25416	0.35639	0.73753	0.26247
21	0.32977	0.21454	0.45569	0.38970	0.25352	0.35678	0.72731	0.27269
22	0.33369	0.21103	0.45528	0.40067	0.25339	0.34593	0.74534	0.25466
23	0.33936	0.21138	0.44925	0.39302	0.24481	0.36217	0.74255	0.25745
24	0.32957	0.21493	0.45551	0.39235	0.25587	0.35178	0.74294	0.25706
25	0.32281	0.22438	0.45281	0.37951	0.26379	0.35670	0.75140	0.24860
26	0.33516	0.20472	0.46012	0.39714	0.24257	0.36028	0.73574	0.26426
27	0.33052	0.23023	0.43925	0.38774	0.27009	0.34217	0.72118	0.27882
28	0.31684	0.20575	0.47741	0.38947	0.25292	0.35762	0.73627	0.26373
29	0.32935	0.21932	0.45132	0.39139	0.26064	0.34797	0.73119	0.26881
30	0.32129	0.22627	0.45244	0.37641	0.26509	0.35850	0.73933	0.26067
:								
37	0.32503	0.21584	0.45913	0.39313	0.26106	0.34581	0.72758	0.27242
38	0.31287	0.22044	0.46669	0.38376	0.27039	0.34586	0.71111	0.28889
39	0.33159	0.21218	0.45623	0.39279	0.25134	0.35587	0.73595	0.26405
40	0.34486	0.21542	0.43972	0.39836	0.24883	0.35281	0.70152	0.29848
41	0.32490	0.21772	0.45738	0.38859	0.26040	0.35101	0.77684	0.22316
42	0.32831	0.21563	0.45606	0.38813	0.25493	0.35695	0.75545	0.24455
43	0.33952	0.21286	0.44761	0.39982	0.25066	0.34952	0.73221	0.26779
44	0.32149	0.22329	0.45522	0.37295	0.25903	0.36802	0.76567	0.23433
45	0.31027	0.23346	0.45628	0.37016	0.27852	0.35132	0.69969	0.30031
46	0.32073	0.22900	0.45028	0.36964	0.26392	0.36644	0.76523	0.23477
47	0.33901	0.21475	0.44624	0.39764	0.25190	0.35046	0.75669	0.24331
48	0.31001	0.22011	0.46988	0.36543	0.25945	0.37512	0.70551	0.29449
49	0.31984	0.21710	0.46305	0.37938	0.25751	0.36311	0.70665	0.29335
50	0.31121	0.22052	0.46827	0.38284	0.27129	0.34587	0.71864	0.28136

（4） p2（独立性の同一配分パターン方式 & エントロピー最適化法）

1	0.43256	0.28622	0.28122	0.52129	0.34494	0.13377	0.63923	0.36077
2	0.43287	0.28566	0.28147	0.52166	0.34426	0.13408	0.63907	0.36093
3	0.43256	0.28658	0.28086	0.52096	0.34515	0.13389	0.63753	0.36247
4	0.43152	0.28654	0.28194	0.51994	0.34525	0.13481	0.63917	0.36083
5	0.43149	0.28499	0.28352	0.51995	0.34342	0.13663	0.63765	0.36235
6	0.43209	0.28702	0.28089	0.52060	0.34581	0.13359	0.63743	0.36257
7	0.43120	0.28746	0.28135	0.51971	0.34646	0.13383	0.63639	0.36361
8	0.43482	0.28743	0.27775	0.52317	0.34583	0.13100	0.64306	0.35694
9	0.43054	0.28571	0.28375	0.51920	0.34455	0.13624	0.63474	0.36526
10	0.42824	0.28800	0.28376	0.51671	0.34749	0.13580	0.63956	0.36044
11	0.42914	0.28685	0.28401	0.51945	0.34722	0.13333	0.63844	0.36156
12	0.43280	0.28651	0.28069	0.52076	0.34473	0.13451	0.62674	0.37326
13	0.43667	0.28155	0.28178	0.52669	0.33959	0.13373	0.62086	0.37914
14	0.43842	0.28601	0.27557	0.52884	0.34500	0.12615	0.64367	0.35633
15	0.43533	0.28791	0.27676	0.52149	0.34490	0.13361	0.65538	0.34462
16	0.42405	0.28537	0.29057	0.51378	0.34575	0.14047	0.64147	0.35853
17	0.42213	0.28434	0.29352	0.51308	0.34560	0.14132	0.62153	0.37847
18	0.43371	0.29090	0.27539	0.52204	0.35016	0.12780	0.63812	0.36188
19	0.42305	0.28904	0.28791	0.51194	0.34977	0.13829	0.63461	0.36539
20	0.43193	0.28293	0.28514	0.52150	0.34160	0.13691	0.61894	0.38106
21	0.43516	0.28292	0.28192	0.52930	0.34413	0.12657	0.64434	0.35566
22	0.42324	0.28484	0.29192	0.51381	0.34579	0.14040	0.61198	0.38802
23	0.42996	0.29227	0.27777	0.51984	0.35336	0.12680	0.65120	0.34880
24	0.42626	0.28413	0.28961	0.51725	0.34478	0.13797	0.60731	0.39269
25	0.43811	0.26276	0.29913	0.53301	0.31968	0.14730	0.64678	0.35322
26	0.45077	0.29614	0.25309	0.53078	0.34871	0.12051	0.68212	0.31788
27	0.43241	0.26232	0.30526	0.53388	0.32388	0.14224	0.63180	0.36820
28	0.45941	0.26358	0.27701	0.55338	0.31749	0.12912	0.64904	0.35096
29	0.42883	0.27291	0.29827	0.52263	0.33260	0.14476	0.60211	0.39789
30	0.41876	0.27888	0.30236	0.51128	0.34051	0.14821	0.63051	0.36949
:								
37	0.43838	0.27190	0.28972	0.52941	0.32836	0.14223	0.62094	0.37906
38	0.44165	0.27155	0.28680	0.53255	0.32744	0.14001	0.67537	0.32463
39	0.42307	0.29579	0.28113	0.50592	0.35371	0.14037	0.62754	0.37246
40	0.42125	0.27120	0.30755	0.51304	0.33029	0.15667	0.61657	0.38343
41	0.44629	0.28410	0.26961	0.53307	0.33934	0.12759	0.66666	0.33334
42	0.42822	0.30040	0.27138	0.51737	0.36294	0.11970	0.64761	0.35239
43	0.40015	0.29205	0.30779	0.49299	0.35981	0.14721	0.60702	0.39298
44	0.43078	0.31141	0.25780	0.51410	0.37164	0.11426	0.66046	0.33954
45	0.44986	0.30350	0.24665	0.52613	0.35496	0.11891	0.65300	0.34700
46	0.45203	0.28515	0.26281	0.54085	0.34118	0.11797	0.65764	0.34236
47	0.43956	0.28953	0.27091	0.51970	0.34232	0.13798	0.66198	0.33802
48	0.40908	0.28330	0.30762	0.49503	0.34282	0.16215	0.64017	0.35983
49	0.43575	0.29291	0.27135	0.52184	0.35077	0.12739	0.70079	0.29921
50	0.43336	0.28675	0.27989	0.52189	0.34533	0.13278	0.70401	0.29599

（5） e（金額を考慮しない均等配分方式）

1	0.33333	0.33333	0.33333	0.33333	0.33333	0.33333	0.50000	0.50000
2	0.33333	0.33333	0.33333	0.33333	0.33333	0.33333	0.50000	0.50000
:								
50	0.33333	0.33333	0.33333	0.33333	0.33333	0.33333	0.50000	0.50000

（6） e2（均等配分方式 & エントロピー最適化法）

1	0.43256	0.28622	0.28122	0.52129	0.34494	0.13377	0.63923	0.36077
2	0.43267	0.28565	0.28168	0.52143	0.34425	0.13431	0.63831	0.36169
3	0.43200	0.28594	0.28207	0.52050	0.34452	0.13498	0.63800	0.36200
4	0.43192	0.28666	0.28142	0.52054	0.34548	0.13397	0.63988	0.36012
5	0.43269	0.28518	0.28213	0.52249	0.34436	0.13316	0.64015	0.35985
6	0.43219	0.28735	0.28045	0.52132	0.34662	0.13206	0.64225	0.35775
7	0.43222	0.28897	0.27881	0.52084	0.34822	0.13095	0.64048	0.35952
8	0.42818	0.28800	0.28382	0.51728	0.34793	0.13479	0.64573	0.35427
9	0.43222	0.28737	0.28041	0.52040	0.34600	0.13360	0.63985	0.36015
10	0.43697	0.28802	0.27501	0.52675	0.34719	0.12606	0.63969	0.36031
11	0.42341	0.28842	0.28817	0.51212	0.34884	0.13904	0.64562	0.35438
12	0.44056	0.28635	0.27309	0.52797	0.34316	0.12887	0.62719	0.37281
13	0.43456	0.27985	0.28560	0.52440	0.33771	0.13789	0.64337	0.35663
14	0.43025	0.28895	0.28080	0.51531	0.34607	0.13862	0.63261	0.36739
15	0.43256	0.28405	0.28339	0.52224	0.34294	0.13482	0.64718	0.35282
16	0.43650	0.28181	0.28169	0.52611	0.33967	0.13422	0.62508	0.37492
17	0.42970	0.29062	0.27968	0.51871	0.35081	0.13048	0.65170	0.34830
18	0.43504	0.28208	0.28288	0.52462	0.34015	0.13523	0.64335	0.35665
19	0.43155	0.27933	0.28912	0.52022	0.33672	0.14305	0.61343	0.38657
20	0.42609	0.29060	0.28331	0.51596	0.35190	0.13215	0.63838	0.36162
:								
37	0.42584	0.29392	0.28024	0.51970	0.35870	0.12160	0.63036	0.36964
38	0.44974	0.30027	0.25000	0.52898	0.35318	0.11784	0.66524	0.33476
39	0.41988	0.30360	0.27652	0.50374	0.36424	0.13202	0.66127	0.33873
40	0.42743	0.29455	0.27802	0.51089	0.35208	0.13703	0.62549	0.37451
41	0.44611	0.28729	0.26660	0.53480	0.34440	0.12080	0.67983	0.32017
42	0.43318	0.28389	0.28293	0.51879	0.34000	0.14121	0.60661	0.39339
43	0.43884	0.27339	0.28776	0.53383	0.33257	0.13361	0.68618	0.31382
44	0.43421	0.29178	0.27401	0.52537	0.35304	0.12158	0.62183	0.37817
45	0.41784	0.29676	0.28541	0.50399	0.35794	0.13807	0.68580	0.31420
46	0.40699	0.28903	0.30398	0.49526	0.35171	0.15303	0.63944	0.36056
47	0.42902	0.27388	0.29711	0.52415	0.33460	0.14125	0.64521	0.35479
48	0.44814	0.25970	0.29216	0.54064	0.31331	0.14605	0.61168	0.38832
49	0.40294	0.31157	0.28549	0.47873	0.37018	0.15109	0.66294	0.33706
50	0.40438	0.32610	0.26953	0.49732	0.40105	0.10163	0.74552	0.25448

（出所）著者作成

（注）表 4 に同じ。ただし、この表では k の 1 が Q の 1 に当たる。