野田容助・黒子正人 編『貿易指数の作成と応用：貿易構造の変化と国際比較』調査研究報告書 開発研究センター 2009-Ⅱ-03 アジア経済研究所 2010年

第1章

商品分類における対応関係のグループ化と連結：

貿易データの商品分類を変換するための方法として

野田容助

要約

長期時系列の貿易データを共通の商品分類の概念で利用するためには商品分類の改訂された前後のどちらかの商品分類に統一することで可能となり、その統一のためには前後の商品分類に基づく対応関係コード表が必要とされる。対応関係コード表は2つの体系の異なる分類を結び付けるために利用される両者の対応関係を明らかにした分類コードの集まりである。本章は対応関係コード表のグループ化とそれらの連結に関する野田（2002）および野田（2007）に見られるいくつかの不明確な表現を明確化し、対応関係をグループ化したときに連結される対応関係コード表の作成方法について再考している。また、複数の異なる分類間を連結するときに得られる必要な分類間のグループ化された対応関係コード表の作成方法も検討している。

キーワード

商品分類、対応関係コード表、グループ化、分類の連結

はじめに

貿易データのような経済時系列データを長期時系列として利用するときに問題となるのは商品分類の改訂に伴って同一商品であってもその分類基準やカバリッジに変更が生じていることであり、その変更が貿易データにも直接影響していることである。UN作成の標準国際貿易商品分類（SITC）系列あるいは関税協力理事会（Customs Co-operation Council：

CCC）や世界税関機構（World Customs Organization：WCOは関税協力理事会に対する最近のworking nameである）の国際統一商品分類（HS）系列では時代にあった商品分類に適合させるために同一系列の分類であってもそれぞれの商品分類の改訂が繰り返されてきている。商品分類の改訂に伴って変更される商品分類を接続しているのが改訂前後の商品分類から構成される対応関係コード表である。対応関係コード表は2つの体系の異なる分類を結び付けるために利用される両者の対応関係を明らかにした分類コードの接続の集まりである。対応関係コード表を使用する場合には2つの分類がどのような対応関係にあるかを検討することが重要な問題になる。対応関係コード表の中で分類の核になる閉じた対応関係にある分類コードの接続の集まりを「対応関係におけるグループ」あるいは簡単にグループという。対応関係におけるグループはHideto Sato（1983）およびその要約である佐藤（1995）によれば、2つの分類から「共通に導出可能な最も詳細な分類（Finest Common Derivative: FCD）に対応する分類である。対応関係を構成する分類コードに少なくとも1つの共通した接続があれば関連させていき、接続が無くなったところまでの構成要素でグループを決めるという方法で得られた対応関係の集まりである。佐藤のFCDを基本としたグループ化の考え方に対して、野田（2002）および野田（2007）は対応関係の連結の方法を拡張して、複数存在する対応関係に対しても対応関係をグループ化し、さらに連結する考えとその方法を示している[1]。

本章の目的は野田（2002）および野田（2007）に見られるいくつかの不正確な表現を明確化し、対応関係をグループ化したときに接続される対応関係コード表の作成について再考していることである。商品分類の改訂された新分類から旧分類の方向に対して貿易データを変換させるためには、両者の対応関係コード表が必要とされるが、分類の改訂が繰り返されているため必ずしも直接的に対応している対応関係コード表が利用できるとは限らない。その場合にはいくつかの対応関係コード表を共通となる分類を利用して連結し、必要な対応関係コード表を作成することが必要となる。貿易データの変換にはグループ化された対応関係コード表が必要であり、貿易データはグループごとに変換される。本章ではそのために必要となる分類間のグループ化された対応関係コード表の作成に重点を置いている。本章は分類間の対応関係に基づくグループ化の方法、一般的な対応関係のグループ化、グループ化された対応関係の連結、対応関係コード表を利用した具体例の紹介から構成されている。

1. 分類の対応関係に基づくグループ化の方法

分類はカテゴリーと呼ばれる抽象的な個別主体を要素とする集合で表すことができる。個別主体の集合をXとして、Xのカテゴリーの集合をAとする。個別主体の集合をいくつか

のカテゴリーに分ける操作を類別または分類といい、類別または分類のための規則はXからカテゴリーの集合Aへ射影する関数 f_a とするとき、 $f_a : X \rightarrow A$ を定義することで得られる[1]。このようにして得られたAを個別主体の集合Xの分類という。具体的な例として、抽象的な個別主体を商品一般としてXとするとき、類別とは商品一般をいくつかの種類のカテゴリーに分けることであり、このように分けられたカテゴリーの集まりをAとするとき、これが貿易商品分類である。例えばAは商品分類の1つであるSITCの改訂第1版（SITC-R1）とする。すなわち類別は国連加盟国ならびに政府間機関の専門家グループにより1960年にAをSITC-R1であると勧告したことに相当する。山本（1995）によれば、1960年以降の急速な技術進歩によりSITC-R1の分類体系の枠におさまらない多くの新商品の出現を見るにいたり、SITC-R1をさらに時代に則した分類に改訂する必要に迫られている。抽象的な個別主体を新たに出現した商品も含めて商品一般としてXとするとき、これらの商品を新たなカテゴリーとして分けられた集合をBとする。このカテゴリーの集合のBはSITCの改訂第2版（SITC-R2）であり、類別は国連の経済社会理事会において1975年に採択されたことに相当する。

商品一般のXはSITC-R1ではUNの出版による*Commodity Indexes for The Standard International Trade Classification Revised, Vol. 1*（1963）において商品分類コードごとに一連番碁を付けて表記されている例示品目であり、SITC-R2についても同じようにUN出版による同名の*Revision 2*（1981）の例示品目である。SITC-R1とSITC-R2の両例示品目編はアジア経済研究所による日本語訳が存在し、前者は『標準国際貿易商品分類 例示品目編、改訂版』（1970）後者は『標準国際貿易商品分類 例示品目編、改訂第2版』の3分冊から構成され第Ⅰ巻（1984）、同第Ⅱ巻（1984）、同第Ⅲ巻（1985）である。

1.1　分類間の対応関係と共通する導出可能な分類

一般に集合を要素とする集合Sがあり、そのSの要素である集合間に関数が定義されているとする。Sato（1983）あるいは佐藤（1995）によればSに所属する主体の集合XからS内の任意の集合Aに対して合成関数が一意に決まり、この合成関数が類別の規則を表すとき、このSを個別主体の集合Xの分類に関する集合といい$CL(X)$で表し、その要素をXを基準とする分類という。混乱がない限り類別あるいは分類のための規則をまとめて一般的に類別関数ということにする。類別関数について本節では基準となる分類Xに対して1個の入力に対して1個の出力を返す通常の関数である一価関数を利用するが、次節ではXが存在しないときや一般的な分類基準のCに対して1個の入力に対して複数個の出力を返す多価関数あるいは複数個の入力に対して複数個の出力を返すベクトル値関数を類別関数として利用する。

抽象的な個別主体の集合Zに基づくカテゴリーの集合である分類AとBと、同じZに基づく

分類Xに対して$A, B, X \in CL(Z)$であり、同時に$A, B \in CL(X)$とすれば、AとBは共にXを基準とした分類である。XとA、XとBの間には類別関数によりそれぞれ対応関係が存在しているが、AとBとの間には必ずしも直接的な類別関数は存在しなくてもいいとする。分類XをK個の要素から構成されるカテゴリーのベクトルで表し$X = \{x_1 \cdots x_K\}$、分類Aと分類Bをそれぞれn個とm個から構成されるカテゴリーのベクトルで表し$A = \{a_1 \cdots a_n\}$、$B = \{b_1 \cdots b_m\}$とする。Xを基準としたときのXからA、XからBへのそれぞれの類別関数を、

(1-1)　$f_a : X \to A, \quad f_b : X \to B$

とする[2]。類別関数f_aによりXとAは対応付けられており、$\{x \mid f_a(x) = a, \forall a \in A\} \neq \phi$であり、$k = 1 \cdots K$に対する$a_k^* \in A$において、$f_a(x_1 \cdots x_K) = (f_a(x_1) \ \cdots f_a(x_K)) = (a_1^* \cdots a_K^*)$と表わされる。$a_k^*$は$\{a_1 \cdots a_n\}$のいずれかの１つに対応する。また、

(1-2)　$a_1 \neq a_2 \to \{x \mid f_a(x) = a_1,\ f_a(x) = a_2\} = \phi$

となり、基準となる分類の$x \in X$に対して$f_a(x)$はAのすべての要素へ対応し、しかも同時にa_1とa_2に配分されることはないことを表わしている。同じように類別関数f_bによりXとBは対応付けられ、$\{x \mid f_b(x) = b, \forall b \in B\} \neq \phi$であり、$k = 1 \cdots K$に対する$b_k^* \in B$において、$f_b(x_1 \cdots x_K) = (f_b(x_1) \cdots \ f_a(x_K)) = (a_1^* \cdots a_K^*)$と表され、$b_k^*$は$\{b_1 \cdots b_m\}$のいずれかに対応する。また、

(1-3)　$b_1 \neq b_2 \to \{x \mid f_b(x) = b_1,\ f_b(x) = b_2\} = \phi$

となり、$x \in X$に対して$f_b(x)$はBのすべての要素へ対応し、しかも同時にb_1とb_2に配分されることはない。

分類AからBの方向に対する対応関係は、$a \in A$と$b \in B$の直積集合の全体として$(a,b) \in A \times B$で表わされ、この部分集合をRとするとき、$R = \{(a,b) \in A \times B \mid a \in A, b \in B\}$となる。$A$と$B$の間には必ずしも直接的な類別関数が存在しなくても構わないが、その時は両者の対応関係は基準となる分類Xから求めることができ、$x \in X$に対して、

(1-4)　$R(A, B : X) = R(x) = \{(a,b) \in A \times B \mid f_a(x) = a,\ f_b(x) = b\}$

とする。これが、AからBへの対応関係コード表である。AからBへの対応をhとして、

(1-5)　$h(a) = \{b \mid (a,b) \in R(A, B, : X)\}$

とする。AとBの間には必ずしも直接的な類別関数が存在しなくても、両者の対応関係コード表を作成することができれば、（1-5）式により、$h : A \to B$となるhを対応として利用することができる。対応hは次節においてベクトル値関数として定義される。

個別主体の集合Xの分類である分類A,B,Gについて、Hideto Sato（1983）および佐藤（1995）はこれらの分類が$A, B, G \in CL(X)$であり、さらに、

(1-6)　$p_a : A \to G$

となる関係にあるとき、分類Gを2つの分類AとBから得られた共通に導出可能な分類（Common Derivative: CD）といい、$CD(A,B)$と表わしている。さらに、$CD(A,B)$の中で最も詳細な分類をAとBから得られた共通に導出可能な最も詳細な分類（FCD）という。すなわ

ち、任意の$CD(A,B)$がGから得られるならば、このGが$FCD(A,B)$である。分類Gが分類Xを基準としたときの$FCD(A,B)$となるとき、

(1-7)　$FCD(A,B:X) \xrightarrow{p_a} G$

と表わされ、混乱がなければp_aを省略して簡単に、

(1-8)　$FCD(A,B:X) \to G$

と表わすことにする。本章ではこのようにして得られた分類Gを対応関係のグループと呼ぶ。AとBの対応関係をグループに分割することを対応関係のグループ化といい、Gはグループ化された分類ともいう。

1.2　分類基準Xによるグループ化のメカニズム

分類X,A,B,Gが同一分類階層内に存在するとして、$A,B,G \in CL(X)$であり、類別関数のf_aとf_bがそれぞれ（1-2）式と（1-3）式を満足しているとする。分類Xを基準としたAとBの対応関係において、AとBにおける閉じた関係は繰り返し演算を$x \in X$を起点に、X→A→X→B→X、として$x' \in X$に戻ることでおこなう。類別関数において（1-1）式から、f_a^{-1}: A→X、については、$f_a^{-1}(a) = \{x \mid f_a(x) = a\}$とする。$f_b^{-1}$: B→X、についても同様である。k回目の閉じた関係を$k \le K$、$x \in X$に対して$Q^k(x)$として、

(1-9)　$Q^k(x) = \{x' \mid (f_b^{-1} f_b f_a^{-1} f_a)^k(x) = x', \quad x, x' \in X\}$

とする。この関係が$Q^{k+1}(x) = Q^k(x)$となるとき、$Q^k(x)$をAとBの）閉じた関係あるいは収束した関係といい$Q^*(x)$で表し、

(1-10)　$Q^*(x) = (f_b^{-1} f_b f_a^{-1} f_a)^k(x) \ \ as\ k \to \infty$

とする。Xの要素の数は有限個のKなので、$Q^*(x)$はたかだかK回目の繰り返しで収束する。Xを基準としたAとBの閉じた関係である$Q^*(x)$を明示的に示すときは$Q*(A,B:X)$と表すことにする。ある$x \in X$に対して得られた$Q^*(x)$を$Q_1^*(x)$として、$X_1 = X - Q_1^*(x)$とする。ここで、$X - Q_1^*(x)$はXから$Q_1^*(x)$を取り除いて得られる集合であり、$X = X_1 \cup Q_1^*(x)$と表される。また、$X_1 \cap Q_1^*(x) = \phi$であることに注意すること。$x \in X_1$に対して$Q^*(x)$を求めて$Q_2^*(x)$とし、$X_2 = X_1 - Q_2^*(x)$とする。$X = X_2 \cup Q_2^*(x) \cup Q_1^*(x)$と表される。Xの要素の数は有限個なのでこれを繰り返すことにより$X_L = \phi$となるようなLが存在し、

(1-11)　$X = Q_L^*(x) \cup \cdots \cup Q_2^*(x) \cup Q_1^*(x)$

となる。$x \in Q_1^*(x)$に対して、$x \notin X_1$なので、$x \notin Q_2^*(x)$、…、$x \notin Q_L^*(x)$である。同じように、$x \in Q_2^*(x)$に対して、$x \notin Q_3^*(x)$、…、$x \notin Q_L^*(x)$である。L以下のi,jに対して、

(1-12)　$Q_i*(x) \cap Q_j*(x) = \phi, \ (i \ne j)$

となる。

分類Gに対して、（1-1）式のf_aと（1-6）式のp_aのそれぞれの類別関数から合成された類別関数を$p_x = p_a f_a$として、

(1-13)　$p_x : Q_i^*(x) \to g_i \in G,\ i = 1 \cdots L$

とすることができれば、分類Xを規準として、Xを$Q^*(x)$によりL個に分割することができる。分割は、

(1-14)　$Q_i^*(x) = \{x \mid p_x(x) = g_i, x \in Q^*(x)\}$

となるので、$Q_i*(x) \subset X$となり、（1-11）式と（1-12）式を満足することからわかる。この分割された分類を$X/Q^*(x)$として表す。この繰り返しがAとBのグループ化の作成過程であり、（1-9）式がグループ化における繰り返しのメカニズムである。

FCDの存在は（1-6）式がその根拠となっているので、（1-12）式から（1-6）式が導かれることを示す。$x \in Q_i*(x)$に対して$f_a(x)$をとれば、$\{a \mid f_a(x) = a, x \in Q_i*(x)\}$となり、これを$A_i$とする。$p_x(x) = p_a f_a(x) = p_a(a) = g_i$となるので、$A_i = \{a \mid p_a(a) = g_i, a \in A\}$となり、（1-6）式が求められる。これにより$A$と$B$のFCDが得られる。したがって、分類の規準を$X$としたとき、$G$は$A$と$B$のFCDであり（1-7）式で表わされ、$p_x$を省略すれば（1-8）式に一致する。グループ化された分類AとBの対応関係は、$g_i \in G,\ i = 1 \cdots L$と$x \in X$に対して、

(1-15)　$R_i(A, B,: X) = R(g_i) = \{(a, b) \in R(A, B: X) \mid p_x(x) = g_i\}$

として求められる。本章では所属するグループg_iに対して、（1-15）式を簡単にR_iと表すこともある。グループg_iごとに（1-15）式により対応関係を求めることが対応関係のグループ化である。

1.3　対応関係におけるグループ化の具体例

分類Xを基準とした分類AとBから得られる分類Gの$FCD(A, B: X) \to G$の関係が図1に示されている。グループ化の方法として$g_4 \in G$を例にする。Xにおけるx_{30}を起点とすれば、（1-9）式のグループ化のメカニズム、$X \to A \to X \to B \to X$、における1回目の繰り返し演算の結果は、

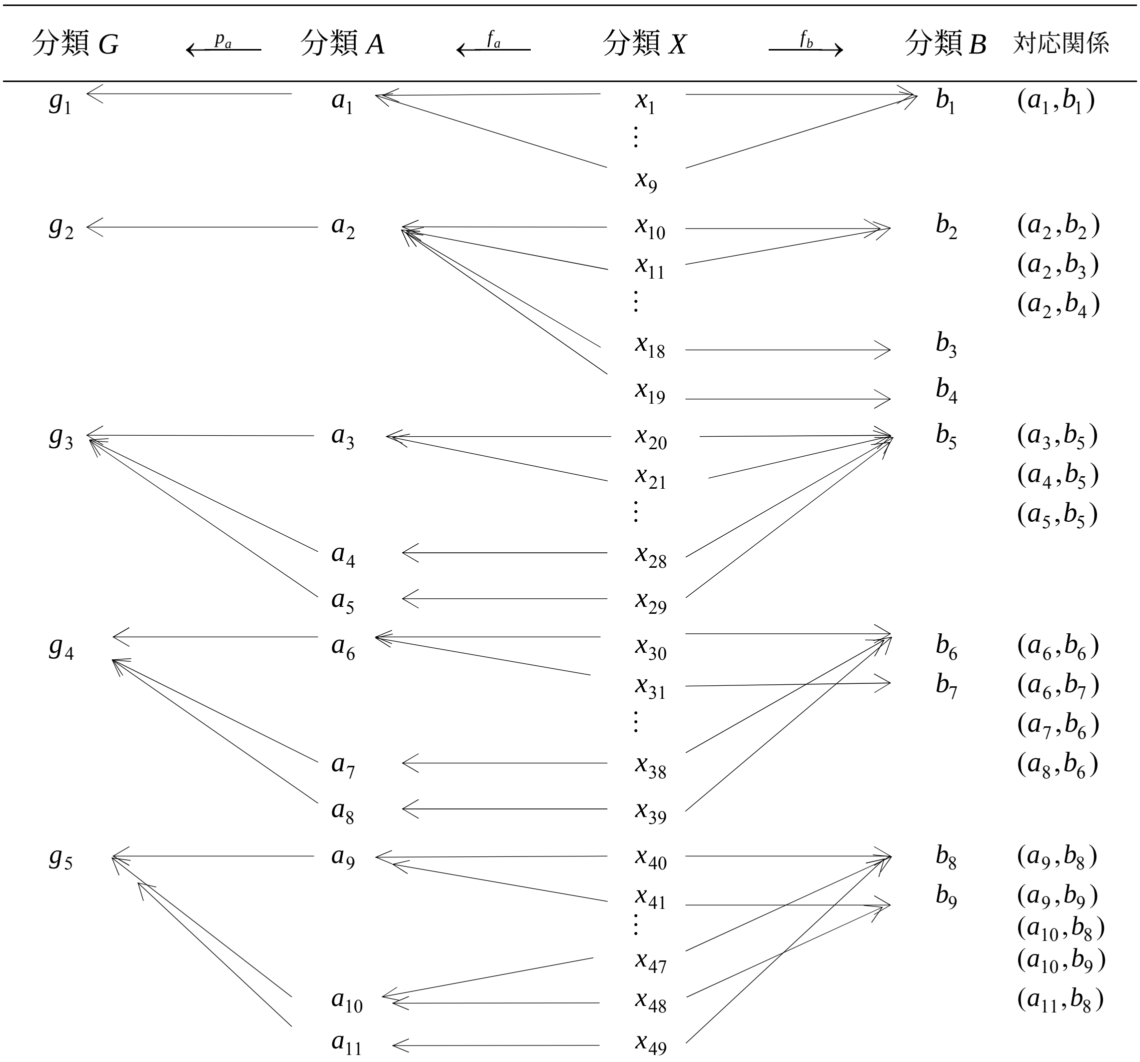
$$x_{30} \xrightarrow{f_a} a_6 \xrightarrow{f_a^{-1}} (x_{30}\ \ x_{31})' \xrightarrow{f_b} (b_6\ \ b_7)' \xrightarrow{f_b^{-1}} ((x_{30}\ x_{38}\ \ x_{39})'\ \ x_{31})'$$
$$\Rightarrow (x_{30}\ x_{31}\ x_{38}\ x_{39})$$

となる。ここで、$\Rightarrow$は重複する要素が存在するときその中の１つの要素のみを残して他を取り除き要素を昇順に並び替える演算を表す。Xのx_{30}から始まってもう一度Xに戻ったときには異なった結果となる$(x_{30}\ x_{31}\ x_{38}\ x_{39})'$を得る。このことは得られた関係はまだ収束していない状態にあることを意味している。そこで、2回目の繰り返しをおこなう。

$$(x_{30}\ x_{31}\ x_{38}\ x_{39})' \xrightarrow{f_a} (a_6\ \ a_6\ \ a_7\ \ a_8)' \Rightarrow (a_6\ \ a_7\ \ a_8)' \xrightarrow{f_a^{-1}} ((x_{30}\ x_{31})'\ \ x_{38}\ \ x_{39})'$$
$$\xrightarrow{f_b} (b_6\ \ b_7\ \ b_6\ \ b_6)' \Rightarrow (b_6\ \ b_7)' \xrightarrow{f_b^{-1}} ((x_{30}\ x_{38}\ \ x_{39})'\ \ x_{31})'$$
$$\Rightarrow (x_{30}\ x_{31}\ x_{38}\ x_{39})$$

$(x_{30}\ x_{31}\ x_{38}\ x_{39})'$から始まって$(x_{30}\ x_{31}\ x_{38}\ x_{39})'$で終わっているので、この状態で収束したことになる。この段階で繰り返しの計算を中止する。この繰り返しはkが2で収束し、

図１　分類Xを基準とした分類AとBから得られる分類Gの $FCD(A,B:X)\xrightarrow{p_a}G$ の関係



（出所）著者作成

（注）分類X,A,B,Gが同一分類階層内に存在するとしたとき、分類AとBの対応において分類Xを基準として類別関数を $f_a:X\to A$、 $f_b:X\to B$ 、さらに、 $p_a:A\to G$ としている。AとBの対応関係において、グループの g_1 は対応関係のタイプ1、グループ g_2 はタイプ2、グループ g_3 はタイプ3、グループ g_4 はタイプ4a、グループ g_5 はタイプ4bである。

$Q^*(x)=(f_b^{-1}f_b f_a^{-1}f_a)^2(x)=\ (x_{30}\ x_{31}\ x_{37}\ \ x_{39})'$ と表される。$(x_{30}\ x_{31}\ x_{37}\ \ x_{39})$ を分類Gの要素 g_4 へ対応させることで分類Gへの類別関数 p_x で定義されたFCDの条件を満足する $Q_4{}^*(x)$ が得られる。このような繰り返しを続けることで $G=\{g_1\cdots g_5\}$ を得ることができる。Xが $Q^*(x)$ により分割することができことは、

$$X=\{(x_1\cdots x_{49}\}=\{(x_1\cdots x_9),(x_{10}\cdots x_{19}),\cdots(x_{40}\cdots x_{49})\}$$
$$=Q_1{}^*(x)\cup Q_2{}^*(x)\cup\cdots\cup Q_5{}^*(x)$$

から確かめられる。Xにおいてこのようにして $Q_i{}^*(x)$ を作成していくことが対応関係にお

けるグループ化である。グループ化された分類AとBの対応関係は（1-15）式から求められる。例えばグループの g_1 は $A_1=\{a\mid p_a(a)=g_1\}=\{a_1\}$ であり、$\{x\mid f_a(x)=a_1\}=\{x_1\cdots x_9\}$ あるいは $\{x\mid p_x(x)=g_1\}=\{x_1\cdots x_9\}$ から $Q_1*(x)=\{x_1\cdots x_9\}$ が得られる。x_1 に対して、$(f_a(x_1),f_b(x_1))=(a_1,b_1)$ となる。$i=2\cdots 9$ のときの x_i に対して $(f_a(x_i),f_b(x_i))=(a_1,b_1)$ となる。g_1 で表されるAとBの対応関係は重複部分を取り除いて求められ、$R_1(A,B:X)=R(g_1)=\{(a_1,b_1)\}$ である。

図1において $g_2\in G$ とすれば、$Q_2*(x)=\{x\mid p_x(x)=g_2\}=\{x_{10}\cdots x_{19}\}$ が得られる。AとBの対応関係は $x\in Q_2*(x)$ に対して、$(f_a(x),f_b(x))$ となり、対応関係は重複部分を取り除いて、$R(g_2)=\{(a_2,b_2)$、(a_2,b_3)、$(a_2,b_4)\}$ である。g_2 でグループ化されたAからBの方向に対する対応関係のタイプは2である。同じようにして、$g_1,g_3,g_5\in G$ についても図1から対応関係が求められる。

1.4　対応関係の「切断」によるサブグループのモデル化

閉じた対応関係の集まりである1つのグループからいくつかの対応関係を取り除くとグループがさらに2つ以上のグループに分かれるとき、この対応関係の取り除きによってグループが「切断」されたといい、そのときに取り除いた対応関係を「切断の要素」とする[3]。このとき得られたグループを元のグループに対するサブグループという[4]。前節より、$X/Q*(x)=\ Q_1*(x)\cup\cdots\cup Q_L*(x)$ に対応したグループが、$G=G_1\cup\cdots\cup G_L$、$G_i\cap G_j=\phi,\ (i\neq j)$ である。グループの i 番目である G_i の切断の要素の集まりを $G_i(0)$ で表す。このグループから切断の要素を取り除いた $G_i-G_i(0)$ に対してグループ化をおこないサブグループを作る。n_i 個のサブグループが作成されたとしてそれらを $SG_i(j)\quad j=1\cdots n_i$ とするとグループ G_i は、$G_i=G_i(0)\cup G_i(1)\cup\cdots\cup G_i(n_i)$ と分割される。なお、$G_i(j)\cap G_i(k)=\phi,\ (j\neq k)$ である。

サブグループがグループから切断の要素を取り除いた対応関係コード表に対して再度グループ化をすることで得られるということは、切断の仕方によってサブグループの内容や個数が決まるということである。このことは切断というのは対応関係コード表のグループ化に対する1つのモデルであると考えることができる。切断をしない対応関係のモデルを対応関係の基本モデル、切断によりサブループ化された対応関係を対応関係の切断モデルという。本章では対応関係における切断モデルには直接関係しないので省略する。

2.　一般的な対応関係のグループ化

前節において分類基準となるXを前提として類別関数を一価関数で説明しているが、実際の対応関係においてXの存在は概念的には存在するものの具体的な表記としてそれが対

応関係コード表に利用されることは極めて希である。商品分類の改訂に伴う新旧商品分類間の対応関係コード表の分類をAとBがとすれば、Xは個別主体であり商品一般を表しそれぞれの分類はXからA、XからBへの写像として作成される。対応関係コード表はAとBの対応関係である（1-4）式から重複したものを取り除いて得られる。例えばAはSITC-R1でありBはSITC-R2のような商品分類となり、両者の対応関係コード表はUNの出版による*Standard International Trade Classification Revision 2*（1975）に紹介されている。対応関係コード表として直接的に接続されているのは表記されているAとBの関係のみであり、Xの存在は明示的には表されていない。前述したようにXは商品分類の例示品目に相当する。AとBの対応関係はXを省略しても同様なグループ化のメカニズムを考慮することができる。また、基準となる分類としてXは一価関数の領域内で定義されているが、基準となる分類がベクトル値関数の領域で定義される一般的な分類Cであっても対応関係におけるグループ化のメカニズムを考慮できる。

2.1　一般的な分類基準Cによるグループ化の方法

分類基準XにおけるAとBのグループ化は（1-1）式の一価関数である類別関数が基礎となっている。しかし実際の分類において一価関数を領域とする分類基準は極めて稀であり、ベクトル値関数を類別関数としなければならない領域が一般的である。そのため一般的な分類基準Cを規準とするAとB の対応関係のグループ化の方法が必要になる。一価関数で定義された（1-1）式の f_a と f_b をベクトル値関数である h_a と h_b に置き換え、

(2-1)　　$h_a : C \to A$，$h_b : C \to B$

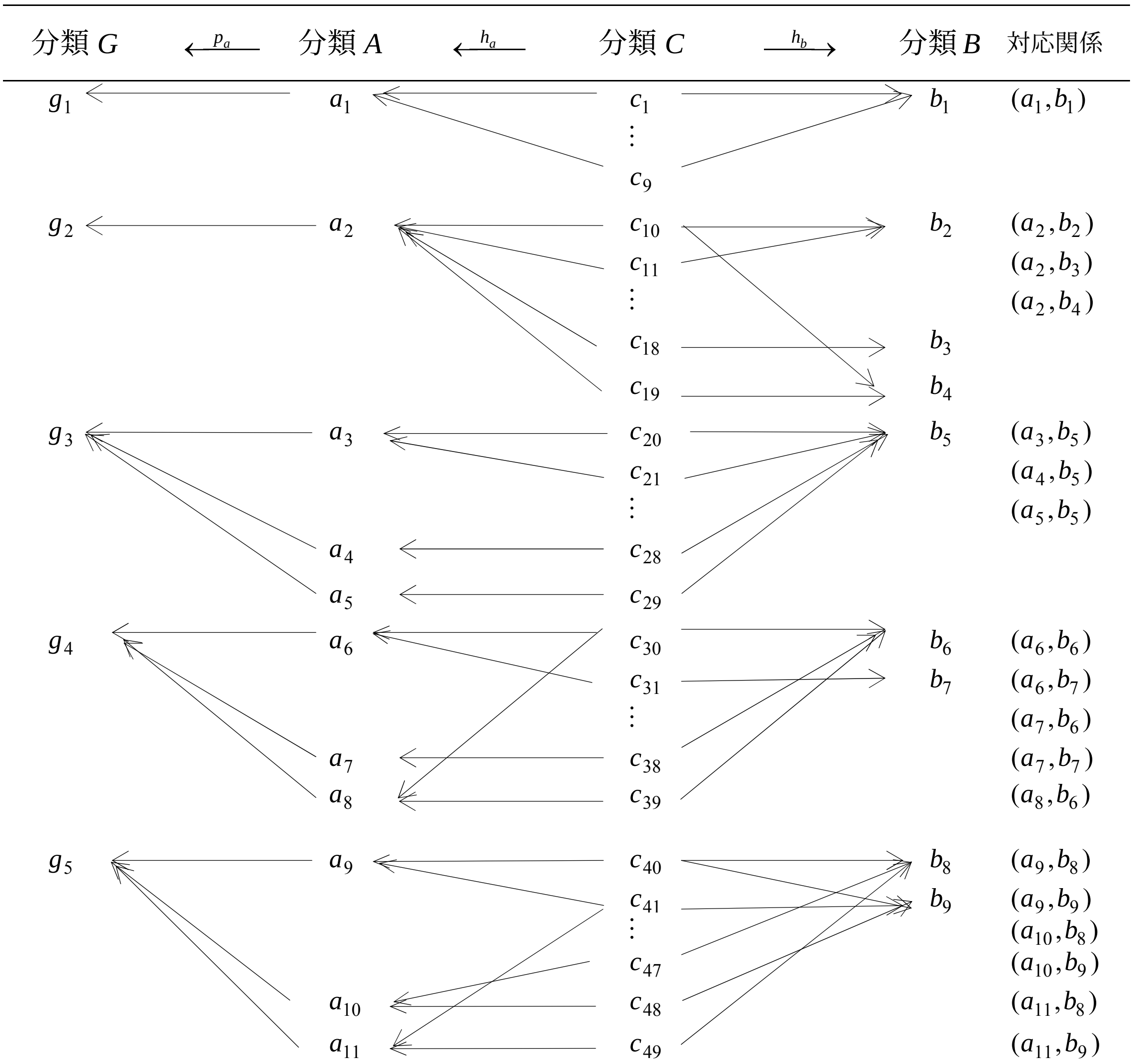
とする。（1-1）式では f_a について（1-2）式が満たされ、$x \in X$ に対する $f_a(x)$ が複数個に配分されることはないのに対して、h_a は$c \in C$ に対する $h_a(c)$ は複数個の要素に配分されることを可能とする。すなわち、h_a は1つの $c \in C$ に対してn個の $\{a_1 \cdots a_n\} \in A$ が対応しているときには、$h_a(c) = \{a_1 \cdots a_n\}$ と表される。h_b についても同様に複数個に配分可能とする。分類基準CにおけるAとB の対応関係のグループ化のメカニズムは繰り返し演算を $c \in C$ を起点に、$C \to A \to C \to B \to C$、として $c' \in C$ に戻ることでおこなう。AとB の閉じた対応関係は（1-9）式を適用し、

(2-2)　　$Q^k(c) = \{c' \mid (h_b^{-1} h_b h_a^{-1} h_a)^k (c) = c',\quad c, c' \in C\}$

により、$k \to \infty$ として $Q^*(c)$ を求めることで可能となる。（1-10）式において $Q^*(x)$ を $Q^*(A, B : X)$ とおいたのと同じように $Q^*(c)$ は $Q^*(A, B : C)$ である。この繰り返しの回数は高々Cの要素の数に一致する。分類Gは、$p_c : Q^*(c) \to G$ とすることで得られる。p_c は一価関数である。（1-8）式に準拠させれば、

(2-3)　　$FCD(A, B : C) \to G$

図2　分類Cを基準とした分類AとBから得られる分類Gの $FCD(A,B:C)\xrightarrow{p_a}G$ の関係



（出所）著者作成

（注）分類C,A,B,Gが同一分類階層内に存在するとしたとき、分類AとBの対応においてCを一般的な分類基準として類別関数を、$h_a:C\to A$，$h_b:C\to B$ 、さらに、$p_a:A\to G$ としている。図1の分類基準Xが図2ではCに置き換えられ、$c_{10},c_{30},c_{40},c_{41}$ には配分構造が見られる。分類Gは図1に同じ。

と表すことができる。また、（1-11）式より $Q_i*(c)\subset C$ となり、$Q_i*(c)\cap Q_j*(c)=\phi,\ (i\neq j)$ であり、$C/Q^*(c)=Q_1*(c)\cup\cdots\cup Q_L*(c)$ となり、Cは $Q*(c)$ によりL個に分割される。分類Cを基準としたときのグループ化されたAとBの対応関係は、$c\in C$ に対して、

(2-4)　　$R_i(A,B:C)=R(g_i)=\{(h_a(c)\times h_b(c))\in A\times B\mid p_c(c)=g_i\}$

として得られた対応関係から重複しているものを取り除いた対応関係として求められる。ここで、（1-15）式が (a,b) であるのに対して（2-4）式が $(a\times b)$ となっていることに注意する必要がある。

分類Cを基準とした分類AとBから得られる分類Gの $FCD(A,B:C)\to G$ の関係が図2に示

されている。図2は図1におけるXをCと置き換え、c_{10} を $f_b(c_{10})=(b_2\ \ b_4)'$、$c_{30}$ を $f_a(c_{30})=(a_6\ \ a_8)'$、$c_{40}$ を $f_b(c_{40})=(b_8\ \ b_9)'$、$c_{41}$ を $f_a(c_{41})=(a_9\ \ a_{11})'$ としてベクトル値領域へと変更している。グループ化の方法として $g_4\in G$ を例にする。Cにおける c_{30} を起点とすれば、（2-2）式における1回目の繰り返しの結果は、

$$c_{30}\xrightarrow{h_a}(a_6\ \ a_8)'\xrightarrow{h_a^{-1}}((c_{30}\ c_{31})'\ \ c_{39})'\xrightarrow{h_b}(b_6\ \ b_7\ \ b_6)'\Rightarrow(b_6\ \ b_7)'\xrightarrow{h_b^{-1}}$$
$$((c_{30}\ c_{38}\ \ c_{39})'\ \ c_{31})'\Rightarrow(c_{30}\ c_{31}\ c_{38}\ c_{39})$$

となる。Cの c_{30} から始まってもう一度Cに戻ったときには異なった結果となる $(c_{30}\ c_{31}\ c_{38}\ c_{39})'$ を得る。そこで、2回目の繰り返しをおこなえば、

$$(c_{30}\ c_{31}\ c_{38}\ c_{39})'\xrightarrow{h_a}((a_6\ a_8)'\ \ a_6\ \ a_7\ \ a_8)'\Rightarrow(a_6\ \ a_7\ \ a_8)'\xrightarrow{h_a^{-1}}$$
$$((c_{30}\ c_{31})'\ \ c_{38}\ \ c_{39})'\ \cdots\ \Rightarrow(c_{30}\ c_{31}\ c_{38}\ c_{39})$$

となる。$(c_{30}\ c_{31}\ c_{38}\ c_{39})'$ から始まって同じ状態で終わっているので、この状態で収束したことになるので、ここで繰り返しの計算を中止する。この繰り返しはkが2で収束し、

$$Q^*(c)=(h_b^{-1}h_bh_a^{-1}h_a)^2(c)=(c_{30}\ c_{31}\ c_{37}\ \ c_{39})'$$

と表される。ここで得られた $(c_{30}\ c_{31}\ c_{38}\ c_{39})'$ を分類Gの要素 g_4 へ対応させることで分類Gへの類別関数 p_c で定義されたFCDの条件を満足する $Q_4{}^*(c)$ が得られる。このような繰り返しを続けることで $G=\{g_1\cdots g_5\}$ を得ることができる。Cが $Q^*(c)$ により分割できることは、

$$C=\{c_1\cdots c_{49}\}=Q_1{}^*(x)\cup\cdots\cup Q_5{}^*(x)$$

より示される。グループ化によりCは $Q_1{}^*(c)$ から $Q_5{}^*(c)$ により分割することができる。グループ化された分類AとBの対応関係は（2-4）式から求められる。グループの g_4 を例に取れば $Q_4{}^*(c)=\{c\mid p_c(c)=g_4\}=\{c_{30}\cdots c_{39}\}$ が得られ、AとBの対応関係は $c\in Q_4{}^*(c)$ に対して、$(h_a(c)\times h_b(c))$ となる。特に c_{30} については、$h_a(c_{30})=(a_6,a_8)'$ と $h_b(c_{30})=b_6$ となることから、

$$(h_a(c_{30})\times h_b(c_{30}))=\{(a_6,a_8)'\times b_6\}=\{(a_6,b_6),(a_8,b_{86})\}$$

となる。対応関係は重複部分を取り除いて、

$$R(g_4)=\{\ (a_6,b_6),(a_6,b_7),(a_7,b_6),(a_7,b_7),(a_8,b_6)\ \}$$

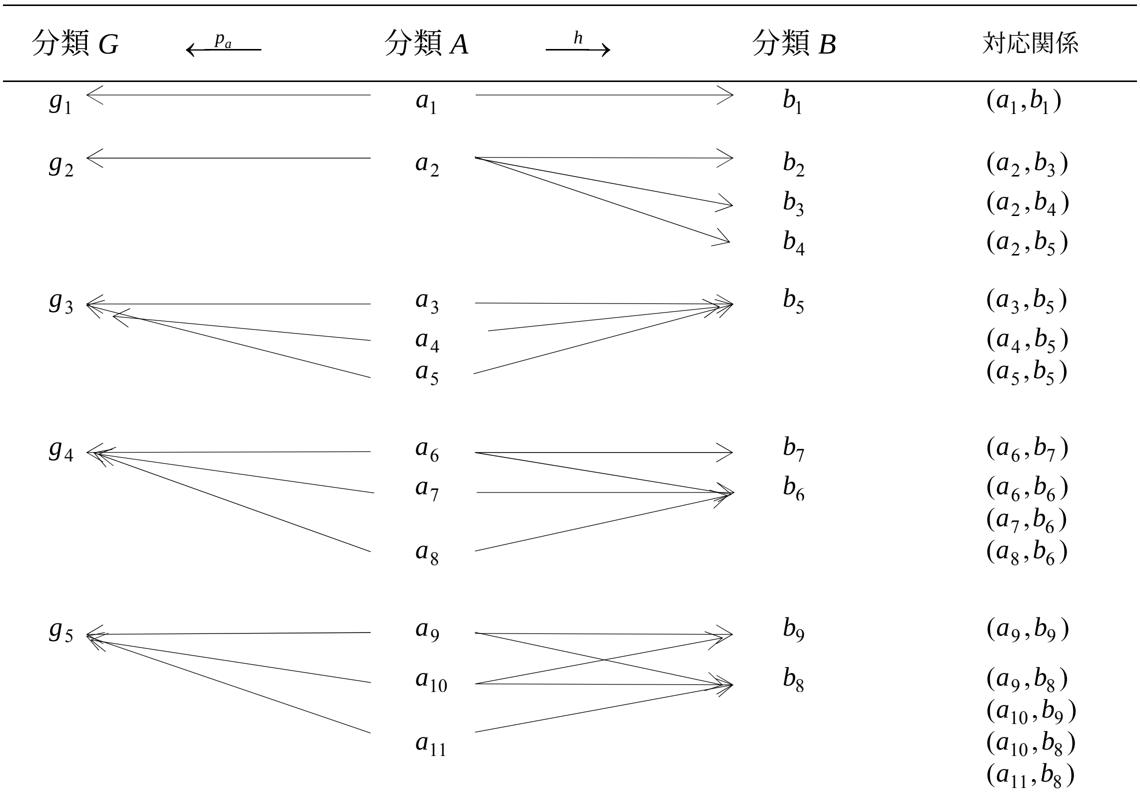
である。同じようにして g_4 以外についてもグループごとのAとBの対応関係が求められ、この関係は図2に示されている。

2.2　分類基準Xの存在しないグループ化の方法

分類基準Xが存在するとき、AとBにおける閉じた関係は繰り返し演算をAを起点として、$A\to X\to B\to X\to A$、としてAに戻ることでおこなうことも可能である。Aを起点としたk回目の閉じた関係を、

(2-5)　$$Q^k(a)=\{a'\mid(f_a f_b^{-1} f_b f_a^{-1})^k(a)=a',\ \ a,a'\in A\}$$

図2 分類*X*の基準が存在しない*A*と*B*から得られる分類*G*の $FCD(A,B:\phi)\xrightarrow{p_a}G$ の関係



（出所）著者作成

（注）分類*A*,*B*,*G*が同一分類階層内に存在するとしたとき、分類*A*と*B*の対応において分類*X*が存在しないとした類別関数を $h:A\to B$、$p_a:A\to G$ としている。分類*G*は図1に同じ。

とする。ここで、*X*から*A*と*B*への類別関数は（1-1）式で与えられ一価関数で定義される。それに対して、ベクトル値関数として $h=f_b f_a^{-1}$ とおけば、

(2-6)　　$h(a)=f_b f_a^{-1}(a)=\{b\mid f_b(x)=b,\ f_a(x)=a,(a,b)\in A\times B\}$

となり、$h:A\to B$ との対応関係が定義できる。分類*X*が存在しないときには（2-5）式の類別関数の f_a と f_b は定義されていないため、*h*も定義されない。しかし、*A*と*B*が対応関係コード表により直接対応しているときには両者の対応関係は存在するため、この関係を類別関数*h*として利用することができる。すなわち、$h=f_b f_a^{-1}$ と合成関数により定義するのではなく、*h*を*A*と*B*の対応関係により直接定義する。したがって、*X*が存在しないときの*A*と*B*のグループ化のメカニズムは繰り返し演算を*A*を起点に、$A\to B\to A$、として*A*に戻ることでおこなうことで可能となる。（2-5）式を $h=f_b f_a^{-1}$ と置き換えれば、*k*回目の繰り返しで得られる*A*と*B*の閉じた関係は、

(2-7)　　$Q(a)^k=\{a'\mid(hh^{-1})^k(a)=a',\quad a,a'\in A\}$

と表わされ、*X*の存在なしで表現できる。繰り返しは、$Q^*(a)=(hh^{-1})^k(a)\quad as\ k\to\infty$ で収束する。この繰り返しの回数は高々*A*の要素の数に一致する。また、グループの分類*G*に

対して、（1-6）式より、一価関数である p_a により $p_a : Q^*(a) \to G$ である。 $g_i \in G$ に対して、$Q_i{}^*(a) = \{a \mid p_a(a) = g_i \ a \in Q^*(a)\}$、とすれば、$Q_i{}^*(a) \cap Q_j{}^*(a) = \phi$, $(i \neq j)$ となり、A は $Q^*(a)$ でL個に分割され、 $A/Q^*(a) = Q_1{}^*(a) \cup \cdots \cup Q_L{}^*(a)$、で表わされる。分類$G$は$A$と$B$の$FCD$であるが分類基準$X$が存在しないのでその変わりに$\phi$とおけば、

(2-8)　　$FCD(A, B, \phi) \to G$

と表すことができる。さらに、グループ化されたAとBの対応関係は、

(2-9)　　$R_i(A, B : \phi) = R(g_i) = \{(a, h(a) \mid p_a(a) = g_i, a \in A\}$

でとして得られた対応関係から重複しているものを取り除いて求められる。

図3は図1において分類基準Xを取り除いた関係を示している。図3において分類Aの a_5 から始まってもう一度Aに戻ったときには異なった結果となる $(a_9\ a_{10}\ a_{11})'$ を得る。そこで、2回目の繰り返しをおこなえば、

$$
\begin{aligned}
&(a_9\ a_{10}\ a_{11})' \xrightarrow{h} \big((b_9\ b_8)\quad(b_9\ b_8)\ \ b_8\big)' \Rightarrow (b_8\ b_9) \xrightarrow{h^{-1}} \\
&\big((a_9\ a_{10})\quad(a_9\ a_{11})\big)' \Rightarrow (a_9\ a_{10}\ a_{11})'
\end{aligned}
$$

となり、$(a_9\ a_{10}\ a_{11})'$ から始まって $(a_9\ a_{10}\ a_{11})'$ で終わっているので、この状態で収束したことになる。ここで繰り返しの計算を中止する。この繰り返しはkが2で収束し、$Q^*(a_9) = (hh^{-1})^2(a_9) = (a_9\ a_{10}\ a_{11})'$ と表される。ここで得られた $(a_9\ a_{10}\ a_{11})'$ を新たな分類Gの要素 g_5 へ対応させることで分類Gへの類別関数pで定義されたFCDの条件を満足する分類Gの要素 g_5 と $Q_5{}^*(a) = \{a_9\ a_{10}\ a_{11}\}$ が得られる。Aが $Q^*(a)$ で分割されることは、

$$
\begin{aligned}
A &= \{(a_1), (a_2), (a_3 \cdots a_5), \cdots (a_9 \cdots a_{11})\} \\
&= Q_1{}^*(a) \cup \cdots \cup Q_5{}^*(a)
\end{aligned}
$$

から確かめられる。グループ化されたAとBの対応関係は $R(g_5) = \{(a_6, b_6) \cdots (a_{11}, b_8)\}$ となる。同じように繰り返しを続けることにより、図3に示されているようにて前節と同じ結果の $i = 1 \cdots 5$ に対する g_i、 $Q_i{}^*(a)$、 $R(g_i)$ を得ることができる。

2.3　グループ化された対応関係のタイプ

基準となる分類XあるいはCの存在にかかわらずよりグループ化された分類AとBに属するそれぞれの個別分類コードの対応関係は4つの対応関係のタイプに分けることができる。対応関係がAからBへ向かう方向を持っているとする。対応関係のタイプ1はAとBの個別分類コードが1対1に対応する関係である。このタイプではグループに含まれる対応する分類コードの個数は1個であり、図1から図3において $FCD(A, B : X) \to G$ は g_1 で表わされている。タイプ2はAからBへの関係が1対多の対応関係である。グループに含まれる対応する分類コードの個数はBに含まれる分類コードの個数に等しく図1から図3では $FCD(A, B : X)$ は g_2 で表わされている。タイプ3はAからBへの関係が多対1の対応関係であり、タイプ2とは逆にグループに含まれる分類コードの個数はAに含まれる分類コードの個数に等しく図1か

ら図3では $FCD(A,B:X)$ は g_3 で表わされている。

タイプ4は*A*から*B*への関係が多対多の対応関係である。このタイプのグループに含まれる分類コードの個数について特に決まったパターンはない。タイプ4はさらにタイプ4aと4bとに分けることができる。野田（2007）によれば前者は推計される配分ウエイト行列が配分ウエイトの構造式により一意的な解を持つタイプであり、後者は推計される配分ウエイト行列が一意的な解を持たないタイプである。図1から図3までででは前者の $FCD(A,B:X)$ は g_4、後者のそれは g_5 で表わされている。この分け方によれば*A*と*B*の対応関係は5つのタイプに分けることができる。

分類*B*から分類*A*の方向に対する対応関係のタイプは前述した対応関係においてタイプ2とタイプ3をそれぞれタイプ3とタイプ2と置き換え、それ以外はそのままのタイプの状態を維持することにより得られる。

3. グループ化された対応関係の連結

分類規準*X*または*C*の存在にかかわらず A_1 と A_2 が対応関係コード表として存在しているとき、A_1 と A_2 の間の対応関係のグループ化は可能であり、同じように A_2 と A_3 が対応関係コード表として存在しているとき A_2 と A_3 のグループ化は可能である。両者の対応関係コード表に共通して存在する A_2 により A_1, A_2, A_3 の間のグループ化も可能である。このようにグループ化された2つの対応関係が存在するとき、このグループ化された対応関係を連結してさらなる対応関係を構築するのが対応関係の連結である。ここでの要点は分類規準の*X*あるいは*C*が存在して3種類の分類 A_1, A_2, A_3 があり、分類規準により A_1 と A_2、A_2 と A_3 がそれぞれグループ化された対応関係にあるとき、この分類基準により両グループ化された対応関係を*FCD*とすることにより A_1, A_2, A_3 を連結できるが、分類基準を利用しなくてもこの対応関係に共通して存在する分類 A_2 を規準として A_1, A_2, A_3 を*FCD*によるグループ化という意味で連結できることである。この連結を A_2 を基準とする A_1, A_2, A_3 における対応関係の連結といい、簡単に A_1, A_2, A_3 の対応関係の連結という。A_1 と A_3 には直接的な対応関係はなくても構わない。*X*あるいは*C*を基準として A_1 と A_3 のグループ化された対応関係コード表が作成できるのと同じように A_2 を基準として A_1 と A_3 のグループ化された対応関係コード表も作成できる。

分類基準を A_2 として A_1 と A_3 のグループ化された対応関係コード表のメカニズムが図4に示されている。分類規準の存在しない A_1 と A_2 の対応関係コード表と分類規準の存在しない A_2 と A_3 の対応関係コード表が存在し、その*FCD*をそれぞれ G_1 と G_2 とする。図4には G_1 と G_2 の関係も示されている。ベクトル値関数である類別関数を、

(3-1)　　$h_1 : A_1 \to A_2$,　$h_2 : A_2 \to A_3$

とする。（3-1）式は（2-7）式の基準となる分類*C*を A_2、*A*を A_1、*B*を A_3 とそれぞれ置き換

え、ベクトル値関数である類別関数も（2-5）式において h_a^{-1} を h_1 、h_b を h_2 と置き換えることで可能となる。A_1 と A_2 の対応関係のグループ化のメカニズムは図4の左側に示され、繰り返し演算は A_2 を起点に、$A_2 \to A_1 \to A_2$、により A_2 へ戻ることでおこなう。*k*回目の繰り返しは、

(3-2) $\quad Q^k(A_1, A_2 : A_2) = \{c' \mid (h_1 h_1^{-1})^k(c) = c',\ c, c' \in A_2\}$

となる。この繰り返しは、$Q^*(A_1, A_2 : A_2)$ で収束する。グループの分類 G_1 は、

(3-3) $\quad p_1:\ A_1 \to G_1$

から求められる。A_2 は $Q^*(A_1, A_2 : A_2)$ で分割される。したがって、分類規準の存在しない A_1 と A_2 から得られる*FCD*は、

(3-4) $\quad FCD(A_1, A_2 : \phi) \to G_1$

として求められる。同じように（3-1）式の類別関数を利用すれば、A_2 と A_3 の対応関係のグループ化のメカニズムは図4の右側に示され、繰り返し演算は A_2 を起点に、$A_2 \to A_3 \to A_2$、により A_2 へ戻ることでおこなう。*k*回目の繰り返し演算は、

(3-5) $\quad Q^k(A_2, A_3 : A_2) = \{c' \mid (h_2^{-1} h_2)^k(c) = c',\ c, c' \in A_2\}$

となる。この繰り返しは、$Q^*(A_2, A_3 : A_2)$ により収束し、グループ G_2 は（3-3）式に対して、

(3-6) $\quad p_2:\ A_3 \to G_2$

で求められる。A_2 は $Q^*(A_2, A_3 : A_2)$ で分割される。したがって、分類規準の存在しない A_2 と A_3 から得られる*FCD*は、

(3-7) $\quad FCD(A_2, A_3 : \phi) \to G_2$

となる。

3.1　分類 A_2 を基準とした A_1 と A_2、A_2 と A_3 による対応関係の連結

分類 A_2 を基準とする A_1, A_2, A_3 における対応関係の連結されたグループを作成するためのメカニズムは図5に示されており、繰り返し演算は A_2 を起点に、$A_2 \to A_1 \to A_2 \to A_3 \to A_2$、により A_2 へ戻ることでおこなう。*k*回目の繰り返しは、

(3-8) $\quad Q^k(A_1, A_3 : A_2) = \{c' \mid (h_2^{-1} h_2 h_1 h_1^{-1})^k(c) = c',\quad c, c' \in A_2\}$

と表される。この繰り返しは $Q^*(A_1, A_3 : A_2)$ で収束する。連結されたグループの分類を CG_2 とする。CG_1 は初期値として後で G_1 を置き換えるのでここでは CG_2 から始める。一価関数を p_1^* とすれば、

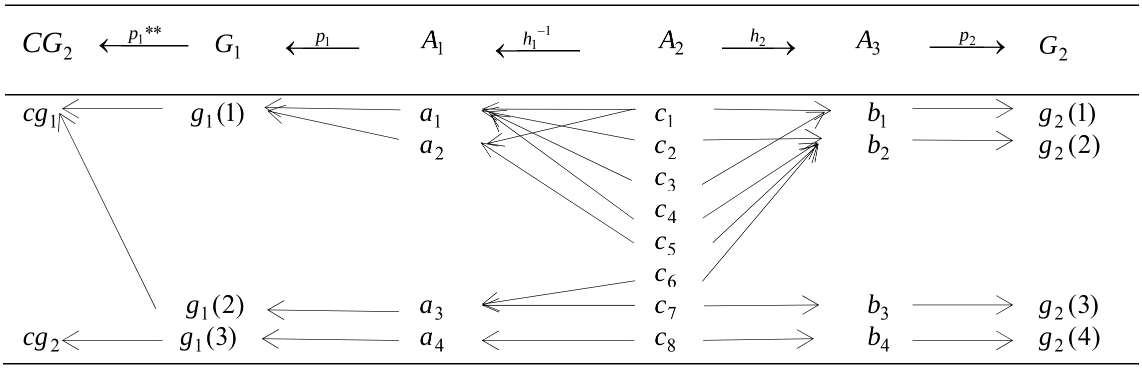
(3-9) $\quad p_1^*: A_1 \to CG_2$

となり、同じことであるが、

(3-10) $\quad p_1^*(h_1^{-1}):\ Q^*(A_1, A_3 : A_2) \to CG_2$

として CG_2 が求められる。混乱がないときは $Q^*(A_1, A_3 : A_2)$ を $c \in A_2$ に対して $Q^*(c)$ で表す。CG_2 の要素の数を m_2、$\xi_i^{(2)} \in CG_2$ と $i = 1 \cdots m_2$ に対して、$Q_i^*(c) = \{c \mid p_1(h_1^{-1}(c)) = \xi_i^{(2)}\}$ と

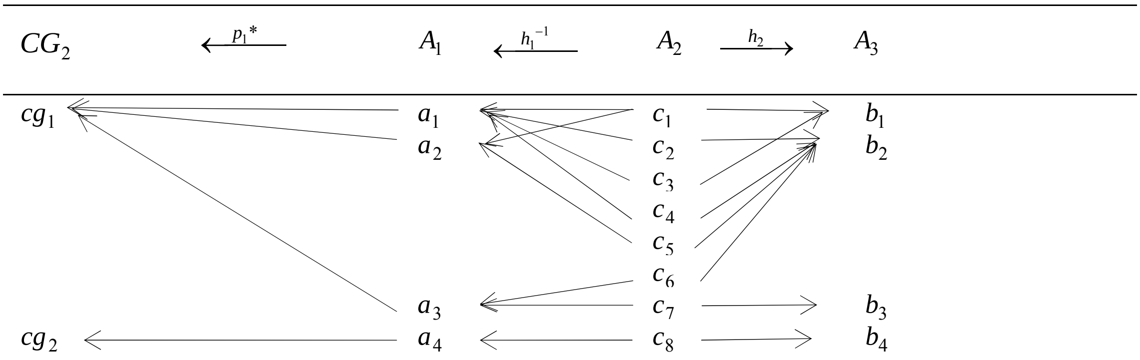
図4 分類基準 A_2 において G_1 と G_2 を考慮したときの A_1 と A_3 の対応関係のグループ化



（出所）著者作成

（注）分類C,A,B,Gが同一分類階層内に存在するとしたとき、分類AとBの対応において分類Xを基準として類別関数を、$h_a : C \to A$，$h_b : C \to B$ 、さらに、 $p_a : A \to G$ としている。

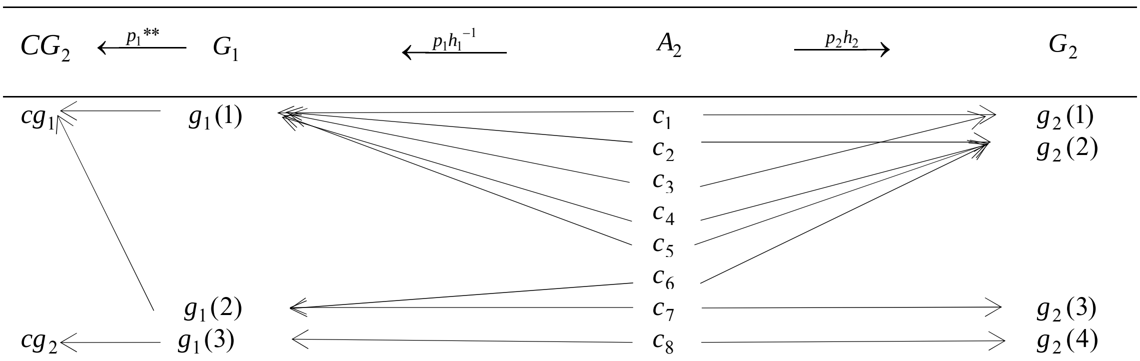
図5　分類基準 A_2 における A_1 と A_3 の対応関係のグループ化のメカニズム



（出所）著者作成

（注）分類C,A,B,Gが同一分類階層内に存在するとしたとき、分類AとBの対応において分類Xを基準として類別関数を、$h_a : C \to A$，$h_b : C \to B$ 、さらに、 $p_a : A \to G$ としている。

図6　分類基準 A_2 における G_1 と G_2 の対応関係のグループ化のメカニズム



（出所）著者作成

（注）類別関数を、$h_a : C \to A$，$h_b : C \to B$ 、さらに、 $p_1^{**} : G_1 \to CG_2$ としている。

すれば、$Q_i*(c)\cap Q_{i'}(c)=\phi$，$(i\neq i')$ となり、A_2 は $Q*(c)$ で分割され、$A_2/Q*(c)=Q_1*(c)\cup\cdots\cup Q_{n_1}*(c)$ で表わされる。A_2 を規準とした A_1 と A_3 のFCDである CG_2 は（2-6）式から、

(3-11)　$FCD(A_1,A_3:A_2)\to CG_2$

となる。連結されグループ化された A_1、A_2、A_3 の対応関係の中で A_1 と A_3 の対応関係は $c\in A_2$ に対して、$R(\xi_i^{(2)})=\{(a_1,a_3)\,|\,h_1(a_1)=c,\ h_2(c)=a_3, p_1^*(a_1)=\xi_i^{(2)}\}$、として得られた対応関係から重複している部分を取り除いて求められる。

3.2　分類 A_2 を基準とした G_1 と G_2 による対応関係の連結

分類規準の散在しない A_1 と A_2 の対応関係コード表と分類規準の存在しない A_2 と A_3 の対応関係コード表が存在し、そのFCDをそれぞれ G_1 と G_2 とするとき、A_2 を分類基準とした G_1 と G_2 のFCDを CG_2 とすれば、CG_2 によるグループ化により A_1,A_2,A_3 における対応関係の連結は可能である。前述したように CG_1 は初期値として後で G_1 を置き換えるのでここでも CG_2 から始める。分類基準 A_2 から G_1 への類別関数は、図4において $A_2\to A_1\to G_1$ の合成関数として求められ、$p_1(h_1^{-1})$ となり、A_2 から G_2 への類別関数は図4より、$A_2\to A_3\to G_2$ の合成関数として求められ、$p_2(h_2)$ となる。分類基準 A_2 から G_1 と G_2 へのそれぞれ類別関数が定義できるので、分類基準を A_2 とした G_1 と G_2 のFCDが得られる。類別関数を、

(3-12)　$p_1(h_1^{-1})$：$A_2\to G_1$，$p_2(h_2)$：$A_2\to G_2$，p_1^{**}：$G_1\to CG_2$

とすれば、A_2 を分類基準とする G_1 と G_2 の対応関係のグループ化のメカニズムは図6に示されているように、繰り返し演算は A_2 を起点に、

$$A_2\to A_1\to G_1\to A_1\to A_2\to A_3\to G_2\to A_3\to A_2$$

により A_2 へ戻ることでおこなう。k回目の繰り返しは、

(3-13)　$Q^k(G_1,G_2:A_2)=\{c'\,|\,\{(h_2^{-1}p_2^{-1}p_2^{-1}h_2)(h_1p_1^{-1}p_1h_1^{-1})^k(c)=c',\ c,c'\in A_2\}$

とすることで得られる。この繰り返しは、$Q^*(G_1,G_2:A_2)$ で収束し、A_2 は $Q^*(G_1,G_2:A_2)$ により分割される。グループ CG_2 は（3-12）式の3番目の式より求めれば、分類基準を A_2 とした G_1 と G_2 のFCDは、

(3-14)　$FCD(G_1,G_2:A_2)\to CG_2$

として得られる。分類基準 A_2 から CG_2 への類別関数は、$A_2\to G_1\to CG_2$ の合成関数として求められ、

(3-15)　$p_1^{**}p_1(h_1^{-1})$：$A_2\to CG_2$

となる。CG_2 の要素の個数は n_2 なので、グループ化された G_1 と G_2 の対応関係は、$i=1\cdots m_2$ に対して $\xi_i^{(2)}\in CG_2$ とすれば、$R_i(G_1,G_2:CG_2)$ であり、

(3-16)　$R(\xi_i^{(2)})=\ \{(g_1,g_2)\,|\,p_1(h_1^{-1})(c)=g_1,\ p_2(h_2)(c)=g_2, p_1^{**}(g_1)=\xi_i^{(2)}\}$

として得られた対応関係から重複している部分を取り除いて求められる。

3.3　$Q^*(A_1, A_3 : A_2)$ と $Q^*(G_1, G_2 : A_2)$ の一致

分類基準を A_2 とした A_1 と A_3 のFCDのメカニズムより求められた $Q*(A_1, A_3 : A_2)$ と分類基準を A_2 とした G_1 と G_2 のメカニズムより求められた $Q*(G_1, G_2 : A_2)$ は一致することを示す。前者は（3-2）式のグループ化を（3-1）式の h_1^{-1} により A_1 へ射影し、（3-3）式の p_1^* より A_1 から CG_1 へ対応させることにより求められる。後者は（3-13）式により求められた $Q*(G_1, G_2 : A_2)$ を h_1^{-1} により A_1 へ射影するところまでは同じであるが、（3-7）式の p_1 により A_1 から G_1 へ射影し、さらに（3-12）式の p_1^{**} より G_1 から CG_2 へ対応させることにより求められる。したがって、両者の一致することは $p_1^* h_1^{-1}$ と合成関数の $p_1^{**} p_1 h_1^{-1}$ が一致することで示される。$Q_i*(A_1, A_3 : A_2)$ を A_1 へ射影すれば、

(3-17)　$h_1^{-1}(Q_i*(A_1, A_3 : A_2)) = h_1^{-1}(Q_i(c)) = \{a \mid p_1^*(a) = \xi_i^{(2)}\}$

となる。また、$G_1(i) = \{g \mid p_1^{**}(g) = \xi_i^{(2)}\}$ として、

$$A_1(j) = \{a \mid p_1(a) = g_j,\ g_j \in G_1(i)\}$$

とすれば、$g_j \neq g_{j'}$ のとき、$A_1(j) \cap A_1(j') = \phi$ となるので、

$$A_1(1) \cup \cdots \cup A_1(m) = \{a \mid p_1(a) = g,\ \forall g \in G_1(i)\} = \{a \mid p_1(a) = g,$$
$$p_1^{**}(g) = \xi_i^{(2)}\}$$
$$= \{a \mid p_1^{**}(p_1(a)) = \xi_i^{(2)}\} = h_1^{-1}(Q_i*(c))$$

となる。$h_1^{-1}(Q_i*(c))$ は $A_1(1) \cdots A_1(m)$ により分割される。さらに、$j = 1 \cdots m$ に対して、$a \in A_1(j)$ とすれば、$p_1(a) = g_j$ となり、

(3-18)　$p_1^{**}(p_1(a)) = p_1^{**}(g_j) = \xi_i^{(2)}$ となる。

すなわち、（3-17）式と（3-18）式から $h_1^{-1}(Q_i*(c))$ のすべての要素 a に対して、$p_1^{**}(p_1(a)) = p_1^*(a)$ が成り立つことから。$p_1^{**} p_1$ と p_1^* の一致が示される。

3.4　対応関係における一般化された連結方法

共通に存在する分類 A_2 に対する A_1, A_2, A_3 の対応関係の連結は分類 X あるいは C を規準として A_1 と A_2、同じく A_2 と A_3 がそれぞれグループ化された対応関係であることを前提とする。分類 X あるいは C が存在しないときは変わりに ϕ とおく。本節では ϕ とする。グループ化は2つの対応関係から FCD を得ることなので、前者のグループ化された対応関係は分類 ϕ を規準として分類 A_1 と A_2 から得られた FCD を G_1 とすることで求められ、（3-4）式で表わされる。後者の対応関係は分類 ϕ を規準として分類 A_2 と A_3 から得られた FCD であり、これを G_2 とすれば、（3-7）式となる。分類 A_1, A_2, A_3 の対応関係は A_1 と A_2 の対応関係、A_2 と A_3 の

対応関係の両関係に存在する A_2 を規準とした連結から得られる。以下、対応関係の処理過程である。

［1］初期値の CG_1 は（3-4）式の G_1 を CG_1 とすることで得られる。

［2］ G_2 は（3-7）式より求められる。

［3］ CG_1 と G_2 を A_2 により関連させて CG_1 と G_2 の対応関係、すなわち G_1 と G_2 の対応関係を作成する。

［4］ CG_1 と G_2 の対応関係のFCDを求めることで CG_2 が得られ、この関係は（3-14）式で表わされる。

［5］グループ化された CG_1 と G_2 の対応関係は（3-16）式である。

処理過程の[3]において A_2 を規準する G_1 と G_2 の対応関係はすべての $c^{(2)} \in A_2$ に対して、$R(G_1, G_2 : A_2)$ であり、これを簡単に、

(3-19) $$R(c^{(2)}) = \{(g_1, g_2) \mid p_1(h_1^{-1})(c^{(2)}) = g_1,\ p_2(h_2)(c^{(2)}) = g_2\}$$

と表せば、この得られた対応関係から重複している部分を取り除いて求められる。一方、グループ化された G_1 と G_2 の対応関係は（3-16）式であり、この式は、

$$R_i(G_1, G_2 : A_2) = \{(g_1, g_2) \in R(c^{(2)}) \mid p_1^{**}(g_1) = \xi_i^{(2)}\}$$

で表わされる。

対応関係の一般化された連結方法として野田（2007）は分類 A_2 を基準として A_1, A_2, A_3 の対応関係の連結方法を拡張してグループの連結における一般形を漸化式として導いている。これにより、分類 A_1 , A_2 , $\cdots, A_{n+1}$ が $n+1$ 種類あり、同時に分類 X を規準として (A_k, A_{k+1}) $k = 1 \cdots n$ となる対応関係があるとき、これらの対応関係を CG_n として連結することができる。

分類 $A_1, A_2, \cdots, A_{n+1}$ がn+1種類あり、$k = 1 \cdots n$ に対して分類規準の存在しない A_k と A_{k+1} の対応関係コード表が存在し、類別関数を、

(3-20) $$h_k : A_k \to A_{k+1}、\ p_k^* : A_k \to CG_{k+1}$$

とする。A_k と A_{k+1} の対応関係コード表が存在するので、分類規準の存在しない両者のFCDは、

(3-21) $$FCD(A_k, A_{k+1} : \phi) \to G_k$$

となる。このn+1種類の対応関係の連結を CG_n としたとき、この関係を漸化式としてまとめたのがつぎの処理過程である。

［1］初期値として CG_1 を設定するために分類基準Xの存在しない分類（3-21）式においてkを1とおき、$FCD(A_1, A_2 : \phi) \to G_1$ を求め、$CG_1 = G_1$ とする。

［2］ $k = 2 \cdots n$ に対して、$A_1, A_2, \cdots, A_k$ を連結した CG_{k-1} が得られているとき、分類基準の存在しない A_k と A_{k+1} の対応関係は存在するのでそのFCDは $FCD(A_k, A_{k+1} : \phi) \to G_k$ である。これでグループ化に必要となる CG_{k-1}、G_k と規準となる A_k が揃ったことになる。

［3］連結の基準となる分類 A_k にもとづいて CG_{k-1} と G_k の対応関係を作成する。

表1　一般化された対応関係における連結方法の処理過程

（A_1 と A_2 の対応関係）
● $R(A_1,A_2:\phi)$　$FCD(A_1,A_2:\phi)\to G_1$
$G_1\to CG_1$

（A_2 と A_3 の対応関係）
● $R(A_2,A_3:\phi)$:　$FCD(A_2,A_3:\phi)\to G_2$
○ $R(CG_1,G_2:A_2)$
$FCD(CG_1,G_2:\phi)\to CG_2$

○ $R(CG_2,A_3:A_2)$

（A_3 と A_4 の対応関係）
● $R(A_3,A_4:\phi)$:　$FCD(A_3,A_4:\phi)\to G_3$

○ $R(CG_2,G_3:A_3)$
$FCD(CG_2,G_3:\phi)\to CG_3$

○ $R(CG_3,A_3:A_4)$
:
○ $R(CG_{k-1},A_k:A_{k-1})$

（A_k と A_{k+1} の対応関係）
● $R(A_k,A_{k+1}:\phi)$:　$FCD(A_k,A_{k+1}:\phi)\to G_k$
$R(CG_{k-1},G_k:A_k)$
$FCD(CG_{k-1},G_k:\phi)\to CG_k$
:

（出所）著者作成
（注）●は既存の対応関係コード表、○は作成しなければならない対応関係コード表を表す。

［4］分類 A_k を規準とた CG_{k-1} と G_k の対応関係によりFCDを求め、

(3-22)　$FCD(CG_{k-1},G_k:A_k)\to CG_k$

として CG_k を求める。

［5］k=nとなるまで［2］から［4］までの処理過程を繰り返す。

［6］k=nとなったときに得られた（4-12）式の CG_n が求める $A_1,A_2,\cdots,A_{n+1}$ の連結された分類である。

処理過程の概要は表1にまとめられており、A_1 と A_2 の対応関、A_2 と A_3 の対応関係、A_3 と A_4 の対応関係、その一般形である A_k と A_{k+1} の対応関係の作成のための処理過程が示されている。係処理過程の［3］における分類 A_k にもとづいた CG_{k-1} と G_k の対応関係の作成は（3-22）式を求めるためには重要な処理過程であり、$c^{(k)}\in A_k$、$\xi^{(k-1)}\in CG_{k-1}$、$g_k\in G_k$ に対して、

(3-23)　$R(CG_{k-1},G_k:A_k)=R(c^{(k)})=\{(\xi^{(k-1)},g_k)\mid p_{k-1}({h_{k-1}}^{-1})(c^{(k)})=\xi^{(k-1)},$
$p_k(h_k)(c^{(k)})=g_k\}$

として得られた対応関係から重複している部分を取り除いて求められる。（3-12）式の3番目の式は $p_1^{**}:CG_1\to CG_2$ と表わすことができるのでこれを拡張すれば、

(3-24)　$p_{k-1}^{**}:CG_{k-1}\to CG_k$

となる。CG_n の要素の個数を m_n とすれば、グループ化された CG_{k-1} と G_k の対応関係は、$i=1\cdots m_n$ に対して、$R_i(CG_{k-1},G_k:A_k)=R_i(c^{(k)})$ で表され、

(3-25) $R_i(c^{(k)}) = \{(\xi_i^{(k-1)}, g_k) \in R(c^{(k)}) \mid p_{k-1}^{**}(\xi^{(k-1)}) = \xi_i^{(k)}\}$

として得られた対応関係から重複している部分を取り除いて求められる。処理過程の［4］と［5］の繰り返し計算において回数のkがnとのときに繰り返しが終了する。

4. 貿易データにおけるHS2007からio76への変換

グループ化された対応関係の連結方法の例として商品分類がHSの2007年度改訂版（HS2007）を基礎とする年別あるいは月別の貿易データを国際産業連関表の76部門分類（io76）へ変換するための方法を取り上げる。内田・野田（2010）はこの方法に従ってHS2007からio76への対応関係コード表を作成し、これに基づいて貿易データを変換している。HS2007とio76の対応関係コード表が存在していればそれを利用することで貿易データの両者の変換は可能となるが、対応関係コード表作成時にその存在が確認できなかったため、既存の対応関係コード表からHS2007とio76の対応関係コード表を作成することが必要となる。後述するように内田・野田はSITC改訂第4版（SITC-R4）を経由してこの対応関係コード表を作成している。本節ではHSの2002年度改訂版（HS2002）を経由したHS2007とio76の対応関係コード表を作成し貿易データの変換をおこなっており、io76に変換された貿易データについて内田・野田の結果と比較する。

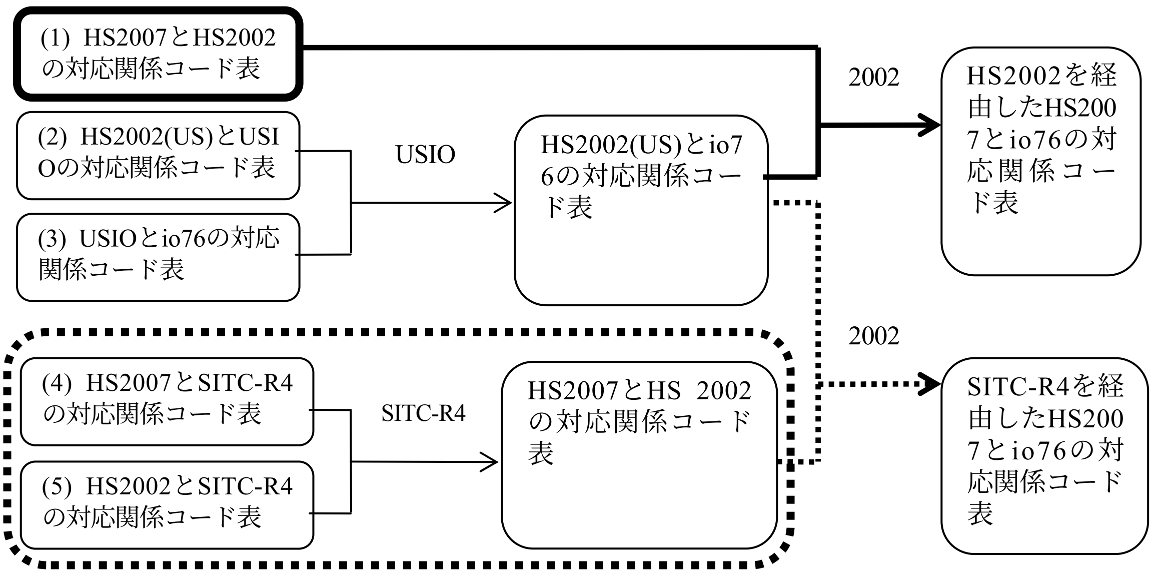
対応関係の連結方法で作成された対応関係コード表では変換の元になるHS2007の1つの分類コードが複数個のio76の分類コードに対応するという関係が生じてしまう。そのため、貿易データの変換において、HS分類コードが複数個のio76の複数個対応している配分構造を持っているとき、配分のためのウエイトが必要になるが、配分ウエイトの推計としてHSの6桁レベル分類コードを基礎とした単純な均等配分の方法を採用している。配分ウエイトにおける均等配分の方法はウエイトを条件としたときのエントロピー最大化の解である。

変換の基礎となる貿易データはWorld Trade Atlas（WTA）から報告国の米国における2008年1月から2009年4月までの月別の輸入について相手国を世界合計、報告国の10カ国・地域、現地通貨による商品分類の6桁レベル分類コードの取引額を取り出して利用している。WTAから取り出された貿易データはUN Comtrade貿易データのフォーマットに一致させているため本節の変換はUN Comtrade貿易データでも可能である。相手国の「その他の世界」は直接に取り出さずに相手国世界から10カ国・地域をさし引くことで計算している。

4.1 変換のための必要とされる対応関係コード表

グループ化された対応関係を連結するという方法を利用してHS2007とio76の対応関係コード表を作成する。本節ではこの対応関係コード表の作成に対して既存の対応関係コード表は、（１）世界税関機構（World Customs Organization: WCO）の作成によるHS2007

図7　HS2007からio76へ変換するのに必要な対応関係コード表の一覧



（出所）HS2007とHS2002の対応関係コード表およびHS2002とio76の対応関係コード表に基づき著者作成。
（注）既存の対応関係コード表は（1）から（5）である。枠の外に記載されているUSIO、SITC-R4および2002は対応関係コード表の基準となる分類である。2002はHS2002を表している。

とHS2002の対応関係コード表、（２）アジア経済研究所のアジア国際産業連関表作成プロジェクトの編集による2005年度のアジア国際産業連関表の米国で使用されているHSの2002年度改訂版（HS2002）を基礎とする10桁レベル分類コードの貿易分類コード（HS2002(US)）と6桁レベル分類コードの米国の部門分類（USIO）の対応関係コード表、（３）同プロジェクト編集によるUSIOとio76の対応関係コード表、を利用している。対応関係コード表の連結方法は図7に示されており、処理過程は以下のようになる。

［1］対応関係コード表の（2）からHS2002(US)の6桁レベル分類コードとUSIOの対応関係コード表を作成する。以下、HS2002(US)はこの6桁レベルの分類コードを指す。このHS2002(US)とUSIOの対応関係コード表と（3）のUSIOとio76の対応関係コード表を共通して存在するUSIOにより連結する。この連結表からHS2002(US)とio76の対応関係コード表が得られる。

［2］HS2002(US)とio76の対応関係コード表と（1）のHS2007とHS2002の対応関係コード表を共通して存在するHS2002により連結する。

［3］連結された対応関係からHS2007とio76の対応関係を取り出し、重複しているものを取り除くことにより変換に必要なHS2007とio76の対応関係が求められる。

［4］この対応関係をグループ化することによりHS2007とio76の対応関係コード表が作成される。

ここで作成される対応関係コード表を（1）を利用して作成しているのでHS2002を経由したHS2007とio76の対応関係コード表と呼ぶ。図7では（1）は太い実線で囲まれている。内田・野田（2010）は（1）の存在を確認できなかったために、上記の（2）と（3）に付け加えて、（３）UN作成によるHS2002と標準国際貿易商品分類の改訂第4版（SITC-R4）の対応関係コード表、（４）UN作成によるHS2007とSITC -R4の対応関係コード表、を既存の対応関係コード表として利用して（1）を作成している。図7の太い破線で囲まれているのが、（4）のHS2007とSITC-R4の対応関係コード表と（5）のHS2002とSITC-R4の対応関係コード表を共通して存在するSITC-R4により連結して作成したHS2007とHS2002の対応関係コード表である。この対応関係コード表はSITC-R4を経由して作成されているので、SITC-R4を経由したHS2007とio76の対応関係コード表と呼ぶ。

4.2　連結された対応関係コード表の作成

対応関係の一般化された連結方法を利用してHS2002を経由したHS2007とio76の対応関係コード表を作成する方法を示す。対応関係の連結方法においてio76を分類 A_1、USIOを分類 A_2、HS2002を A_3、HS2007を A_4 とした一般化された連結方法において*k*=3の場合となる。CG_3 は連結された対応関係の分類となる。

［1］初期値として CG_1 を設定するために*k*=1とおき、共通となる分類が存在しないので ϕ として、FCD(io76,USIO: ϕ)→G_1 を求め、$CG_1 = G_1$ とする。これがグループ化されたio76とUSIOの対応関係コード表である。

［2］同じようにしてHS2002とUSIOのFCDを求め、FCD(USIO,HS2002: ϕ)→G_2 とする。これがグループ化されたHS2002とUSIOの対応関係コード表である。これでグループ化に必要となる CG_1、G_2 と規準となる共通となる分類のUSIOが揃ったことになる。

［3］*k*=2とおき、連結の基準となるUSIOにもとづいて CG_1 と G_2 の対応関係を求める。$c^{(2)} \in A_2$ に対して CG_1 と G_2 の対応関係は（3-16）式であり、$Q^*(A_1, A_3 : A_2)$ と $Q^*(CG_1, G_2 : A_2)$ は一致することから、また $h_1^{-1}(c^{(2)}) = a_1$ と $h_2(c^{(2)}) = a_3$、なので、この式は、$R(CG_1, G_2 : A_2)$ であり、A_1 と A_3 の対応関係は $(g_1, g_2) \in R(CG_1, G_2 : A_2)$ に対して、$R(A_1, A_3 : A_2) = \{(a_1, a_3) \mid p_1(a_1) = g_1,\ p_2(a_3) = g_2\}$ と表わすことができる。これは、USIOを基準としたio76とHS2002の対応関係である。

［4］CG_1 と G_2 の*FCD*を求め、$FCD(CG_1, G_2 : \phi) \to CG_2$ とする。グループ化された CG_1 と G_2 の対応関係は、グループ化されたio76とHS2002の対応関係であり、$(a_1, a_3) \in R(A_1, A_3 : A_2)$ に対して、$R_i(A_1, A_3 : A_2) = \{(a_1, a_3) \mid p_1^{**}(a_1) = \xi_i^{(2)}\}$ となる。

［5］HS2007とHS2002のFCDを求め、FCD(HS2007,HS2002: ϕ)→G_3 とする。これがグル

ープ化されたHS2007とHS2002の対応関係コード表である。これでグループ化に必要となるCG_2、G_3と規準となる共通となる分類のHS2002が揃ったことになる。

［6］連結の基準となるHS2002のA_3にもとづいてCG_2とG_3の対応関係を求める。CG_2とG_3の対応関係は$R(CG_2, G_3 : A_3) = R(c^{(3)})$と表わすことができる。

［7］CG_2とG_3のFCDを求めれば、$FCD(CG_2, G_3 : \phi) \to CG_3$となる。グループ化された$CG_2$と$G_3$の対応関係は（3-25）式において$k$=3とすることで得られ、

$$R_i(CG_2, G_3 : A_3) = \{(\xi^{(2)}, g_3) \in R(c^{(3)}) \mid p_2^{**}(\xi^{(2)}) = \xi_i^{(3)}\}$$

となる。また$R(c^{(3)})$からA_3を基準としたグループ化されたA_1とA_4の対応関係は

(4-1)　$$R_i(A_1, A_4 : A_3) = \{(a_1, a_4) \in R(c^{(3)}) \mid p_1^{**}(a_1) = \xi_i^{(3)}\}$$

となる。これはHS2002を基準としたio76とHS2007の対応関係である。

対応関係の連結方法において、k=3となったときに得られたCG_kが求めるio76、USIO、HS2002、HS2007の連結された対応関係のグループである。連結された対応関係コード表からHS2007とio76の対応関係を取り出したのが（4-1）式で、HS2002を経由したHS2007とio76の対応関係コード表である。

対応関係の一般化された連結方法を利用してSITC-R4を経由したHS2007とio76の対応関係コード表を作成する方法を示す。対応関係の連結方法においてio76を分類A_1、USIOを分類A_2、HS2002をA_3、SITC-R4をA_4、HS2007をA_5とした一般化された連結方法においてk=4の場合となる。CG_4は連結された対応関係の分類となる。この処理過程では上記の処理過程の［5］においてHS2007とHS2002の対応関係コード表が存在しなかったため、既存の対応関係コード表の（4）と（5）から作成しているところに違いがある。それ以外の処理はすべて同一である。

4.3　両対応関係コード表の違いの例

対応関係の一般化された連結方法を利用して得られたHS2002を経由したHS2007とio76の対応関係コード表とSITC-R4を経由したそれとの違いの例を示す。両対応関係において処理過程の［4］までは同一なので、処理過程の［5］以降の結果の一部を示す。表2はHS2002を経由した対応関係コード表の一部を示しており、HS2007とHS2002の対応関係コード表においてHS2007はA_1、HS2002はA_2で示されている。両者の関係はA_1からA_2の方向に対して対応関係のタイプ4bで構成され、HS2007の要素の852359は配分構造を持ちA_2の852390、852491、852499、854381、の4個に対応している。表1では影を付けて表わされている。このことは852395の頻度を示すA_1_fが4であり、それ以外とは対応関係がないことから示される。表2のHS2002(US)とio76の対応関係コード表においてHS2002(US)はA_1、io76はA_2で示されている。両者の関係はA_1からA_2の方向に対して対応関係のタイプ4bで構成され、HS2002(US)の要素の

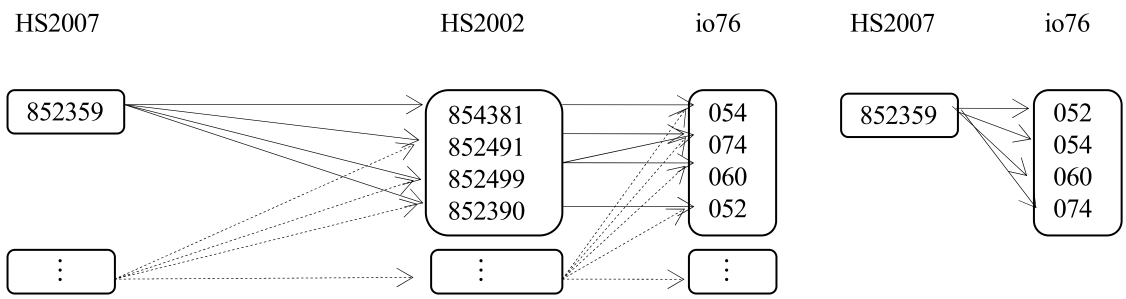
表2　HS2002を経由して作成されたHS2007からio76の対応関係コード表の一部

G_i	j	t	A_1	A_2	A_1-f	A_2-f	A_1-Q	A_2-Q
(HS2007とHS2002の対応関係コード表)								
:								
4122	**1**	**4b**	**852351**	**852499**	**3**	**5**	**4426**	**4558**
4122	**1**	**4b**	**852359**	**852390**	**4**	**4**	**4428**	**4547**
4122	**1**	**4b**	**852359**	**852491**	**4**	**5**	**4428**	**4557**
4122	**1**	**4b**	**852359**	**852499**	**4**	**5**	**4428**	**4558**
4122	**1**	**4b**	**852359**	**854381**	**4**	**1**	**4428**	**4667**
4122	**1**	**4b**	**852380**	**852390**	**4**	**4**	**4429**	**4547**
:								
(HS2002(US)とio76の対応関係コード表)								
:								
0003	**1**	**4b**	**852390**	**052**	**1**	**178**	**4754**	**51**
:								
0003	**1**	**4b**	**852491**	**074**	**1**	**21**	**4764**	**61**
0003	**1**	**4b**	**852499**	**060**	**2**	**267**	**4765**	**59**
0003	**1**	**4b**	**852499**	**074**	**2**	**21**	**4765**	**61**
:								
0003	**1**	**4b**	**854381**	**054**	**1**	**71**	**4881**	**53**
:								
(HS2007とio76の対応コード表)								
:								
0003	**1**	**4b**	**852352**	**060**	**6**	**239**	**4427**	**59**
0003	**1**	**4b**	**852359**	**052**	**4**	**173**	**4428**	**51**
0003	**1**	**4b**	**852359**	**054**	**4**	**81**	**4428**	**53**
0003	**1**	**4b**	**852359**	**060**	**4**	**239**	**4428**	**59**
0003	**1**	**4b**	**852359**	**074**	**4**	**18**	**4428**	**61**
0003	**1**	**4b**	**852380**	**052**	**3**	**173**	**4429**	**51**
:								

（出所）著者作成

（注）HS20027とHS2002の対応関係コード表において前者は A_1 、後者は A_2 で表される。HS2002(US)とio76の対応関係コード表において前者は A_1 、後者は A_2 で表される。HS2007とio76の対応関係コード表において前者は A_1 、後者は A_2 で表される。本表は対応関係をグループ化するための基本モデルのプログラムClcVP6.pliと切断モデルの出力であり、$G_i(j)$ ：グループおよびサブグループを表し、G_i はグループの一連番号、jはそのサブグループの一連番号である。基本モデルの対応関係ではサブグループは存在しないので、グループ化されたjはすべて1となっている。t：サブグループの対応関係のタイプを表す。A_1 ：分類 A_1 の分類コード、A_2 ：分類 A_2 の分類コードを表す。$A_{1-}f$ ：A_1 分類コードの頻度、 $A_{2-}f$ ：A_2 の分類コードの頻度を表す。 $A_{1-}Q$ ：A_1 内で分類コードを昇順に並べたときの一連番号、$A_{2-}Q$ ：A_2 内で分類コードを昇順に並べたときの一連番号を表す。影が付けられているのは分類コードが852359に直接かかわっていることを示している。

図8　HS2002を経由したHS2007とio76の対応関係の例



（出所）表1に基づき著者作成

（注）実線は852359に直接的に関係するもの、破線は間接的に関係するものを表している。

852390、852491、852499 は io76 の 052、074、054 に対してそれぞれ配分構造なし対応している対して 852499 は配分構造を持ち io76 の 060 と 074 に対応している。連結の結果は表 2 の HS2007 と io76 の対応関係コード表に示され、HS2007 の 852359 は配分されて io76 の 052、054、060、074 に対応することが示されている。この関係も表 1 では影を付けて表わされている。この関係を図示したのが図 8 である。図 8 において実践で示されているのが HS2007 の 852359 に直接的にかかわる対応関係であり、波線は間接的にかかわる対応関係である。右側は HS2002 を経由した HS2007 と io76 の対応関係の経路を示しており、右側はその結果となる HS2007 と io76 の対応関係である。

図 9 は SITC-R4 を経由した HS2007 と io76 の対応関係コード表の一部を示しており、HS2007 と SITC-R4、SITC-R4 と HS2002、HS2002 と io76 のそれぞれの対応関係が示されている。影が付いているのは HS2002 を経由したときに対応関係があった分類コードであり、SITC-R4 を経由したときの対応関係との違いがこれで明らかになる。すなわち、HS2007 から SITC-R4 を経由して得られた HS2002 の分類コードにおいて影の付いていない分類コードは対応関係の付け間違いとなる誤差に相当する個所である。この分類コードがさらに io76 へと対応付けられるため最終結果となる HS2007 と io76 の対応関係においても io76 に影のない分類コードが生じることになる。図 9 の右側からわかるように HS2002 を経由した対応関係コード表では 852339 は 4 個の io76 の分類コードと対応関係があるにもかかわらず、SITC-R4 を経由した対応関係では 7 個の io76 の分類コードと対応し、3 個の分類コードの 047、049、051 が誤差として対応関係に含まれることになる。

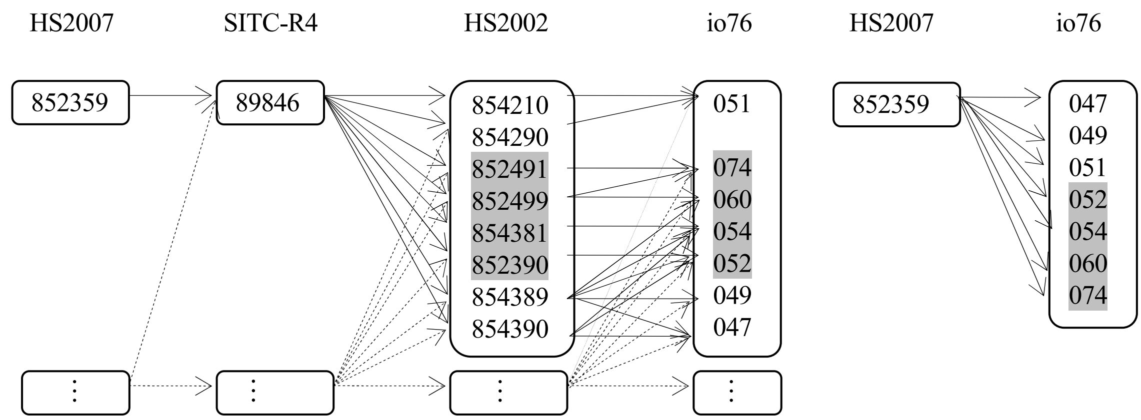
4.3.　貿易データのHS2007からio76への変換

貿易データの変換においてHS2007の1つの分類コードが複数個のio76の分類コードに配分されるときには内田・野田（2010）の方法に従って、「配分構造に対する条件なしのエントロピー最適化」である単純均等配分の方法を採用する。貿易データの商品分類コードと対応関係で用いられている分類コードはそれぞれ独自に作成されているため必ずしも一致するとは限らない。そのため、貿易データの分類コードと対応関係コード表の分類コードを一致させるための処理過程は次のような順番でおこなう。

［1］貿易データの6桁レベル分類コードをHS2007とio76の対応関係コード表における前者の6桁レベル分類コードを対象にして検索する。貿易データには先頭が98で始まる商品分類が存在しているのに対応関係コード表にはそれが存在していないことに注意する必要がある。

［2］貿易データの6桁レベル分類コードをHS2002(US)とio76の対応関係コード表における前者の6桁レベル分類コードを対象として検索する。この対応関係コード表はアジア経済研

図9　SITC-R4を経由したHS2007とio76の対応関係の例



（出所）HS2007とSITC-R4の対応関係コード表、HS2002とSITC-R4の対応関係コード表、HS2002とio76の対応関係コード表に基づき著者作成。
（注）図8に同じ。

究所のアジア国際産業連関表プロジェクト作成のもので米国用に作成されたものであるため、先頭が98あるいは99で始まるものは存在している。米国はこれを利用するが、米国以外では98および99の概念が異なるため使用しない。

［3］貿易データの6桁レベル分類コードを報告国ごとの特殊分類コードとio76の対応関係コード表における前者の6桁レベル分類コードを対象として検索する。特殊分類コードを含む対応関係コード表は個別に処理をする。

［4］貿易データの6桁レベル分類コードから4桁レベル分類コードまでを取り出し、HS2007とio76の対応関係コード表における前者の4桁レベル分類コードを対象として検索する。

［5］貿易データの6桁レベル分類コードから4桁レベル分類コードまでを取り出し、HS2002(US)とio76の対応関係コード表における前者の4桁レベル分類コードを対象として検索する。米国については先頭が98あるいは99で始まる6桁レベル分類コードはこの2桁を取り除いた残りの4桁レベル分類コードを対象とする。米国以外は98あるいは99で始まるコードは対象としない。

［6］この段階で一致しない分類コードは無条件にio76の分類不明である076に対応させる。

［7］io76に変換された貿易データの評価は輸出入別、相手告別に変換前のHS2007で編集されている総額とio76に変換された貿易データの総額を比較することでおこなう。

　変換された貿易データについてはその整合性を確かめる必要がある。貿易データの商品分類コードがHS2007からio76への変換が正しくおこなわれているときには輸出入別、相手国別に年別の貿易データであれば年ごと、月別貿易データであれば月別に前者の商品総額と後者の商品総額が一致するからである。

表3はWTAから得られた報告国の米国における輸入のio76に変換された2008年1月の相手国中国の一部を示したものである。変換はSITC-R4を経由したHS2007からio76への連結された対応関係コード表とHS2002を経由したそれとを比較している。前者の連結方式で変換された輸入額は$x_{SITC-R4}$、後者のそれはx_{HS2002}でそれぞれ表わされている。io76の項目で空白は相手国中国の輸入総額を表しており、$r_{SITC-R4}$は$x_{SITC-R4}$における輸入総額に対するio76の構成比を表し、r_{HS2002}はx_{HS2002}の構成比を表している。さらに、r^*は構成比における前者と後者の差$r_{SITC-R4}-r_{HS2002}$を表している。

輸入総額の検査は本節では省略しているが輸入総額とio76の輸入額の合計が一致することが確かめられている。表3においても$x_{SITC-R4}$とx_{HS2002}は一致しており、輸入総額については両者の一致が確認できる。io76についてはr^*が0で表わされているものは誤差となる分類コードの存在がないかその取引額が極めて少ないかを表している。r^*が0でないio76についてはそのグループごとに対応関係に含まれる誤差となる分類コードを確かめていかなければならないが本節では本題から離れるのでこの検討は省略する。ここで指摘したいのは貿易データを変換するとき、変換のために利用する連結する対応関係コード表は結果に直接的に影響するためその取扱いに十分注意することが必要である。

おわりに

分類AとBにおける個対応関係コード表の中で分類の核になる閉じた対応関係にある分類コードの集まりがグループであり､グループはこの2つの分類から共通に導出可能な最も詳細な分類（*FCD*）に対応する分類である。分類AからBの方向に対して、グループ内における対応関係は4つのタイプに分けることができ、タイプ1は分類Aと分類Bの個別分類コードが1対1に対応する関係であり、タイプ2は1対多、タイプ3は多対1、タイプ4は多対多の対応関係である。本章では省略しているが、グループから「切断の要素」を取り除いた対応関係コード表に対して再度グループ化をすることでサブグループが得られる。切断の仕方によってサブグループの内容や個数が決まるということから、切断は対応関係コード表のグループ化に対する1つのモデルであると考えることができる｡切断をしない対応関係のモデルを対応関係の基本モデル、切断によりサブループ化された対応関係を対応関係の切断モデルという。

一般化された対応関係における連結方法の処理過程は表1に示されているように以下のようになる。

［1］初期値としてCG_1を設定するために分類基準Xの存在しない分類（3-21）式においてkを1とおき、$FCD(A_1, A_2 : \phi) \to G_1$を求め、$CG_1 = G_1$とする。

［2］$k = 2 \cdots n$に対して、A_1からA_kを連結したCG_{k-1}が得られているとき、分類基準の存在しないA_kとA_{k+1}の対応関係は存在するのでそのFCDは$FCD(A_k, A_{k+1} : \phi) \to G_k$である。

表3　io76に変換された米国の対中国輸入額（2008年1月）の比較（SITC-R4とHS2002経由）

io76	$x_{SITC-R4}$	x_{HS2002}	$r_{SITC-R4}$	r_{HS2002}	r^*
	26193032.1433	26193032.1428	1.000000000	1.000000000	0
02	474.3945	1296.1095	0.000021643	0.000059133	-0.000037489
03	26043.9831	25321.7426	0.001188208	0.001155257	0.000032951
04	15659.5107	14465.3481	0.000714436	0.000659955	0.000054481
05	9232.5781	9050.3416	0.000421219	0.000412905	0.000008314
06	6237.7901	6232.7045	0.000284588	0.000284356	0.000000232
07	181634.0825	182031.7725	0.008286717	0.008304861	-0.000018144
08	28059.1160	28059.1160	0.001280145	0.001280145	0
10	3100.6530	3100.6530	0.000141462	0.000141462	0
11	7526.6385	8201.7513	0.000343389	0.000374190	-0.000030801
12	11572.1860	11572.1860	0.000527959	0.000527959	0
13	26860.9540	26463.2640	0.001225481	0.001207337	0.000018144
14	20229.2961	23031.6994	0.000922924	0.001050778	-0.000127854
15	217355.1929	219455.0137	0.009916426	0.010012226	-0.000095800
16	9419.7246	9087.8273	0.000429757	0.000414615	0.000015142
17	1610.5660	1610.5660	0.000073479	0.000073479	0
18	5048.7965	8290.3280	0.000230342	0.000378231	-0.000147889
19	77620.4452	80083.8980	0.003541288	0.003653679	-0.000112390
20	105481.0720	117386.2628	0.004812378	0.005355530	-0.000543152
21	1818307.0428	1814744.8893	0.082956874	0.082794357	0.000162517
22	910491.3100	937955.3710	0.041539471	0.042792468	-0.001252997
23	1651132.8115	1634312.9412	0.075329861	0.074562485	0.000767375
24	25565.9588	27628.5485	0.001166399	0.001260501	-0.000094102
25	841457.6116	813880.9306	0.038389937	0.037131802	0.001258135
26	279725.7256	273721.9961	0.012761965	0.012488056	0.000273909
27	193193.3032	188431.7487	0.008814085	0.008596848	0.000217237
28	129184.8265	134407.8034	0.005893817	0.006132106	-0.000238289
29	47305.5870	46763.2455	0.002158229	0.002133486	0.000024743
30	275347.8515	254712.4323	0.012562233	0.011620781	0.000941453
31	155655.0327	155733.7227	0.007101471	0.007105061	-0.000003590
32	145515.2505	157739.5591	0.006638862	0.007196574	-0.000557711
33	122641.8651	126736.2989	0.005595307	0.005782108	-0.000186801
34	16807.1200	19536.6390	0.000766794	0.000891323	-0.000124529
35	458240.5250	389692.0731	0.020906371	0.017778975	0.003127396
36	221078.1340	221078.1340	0.010086278	0.010086278	0
37	75051.9317	78076.7087	0.003424105	0.003562104	-0.000138000
38	73169.0700	73169.0700	0.003338203	0.003338203	0
39	138108.6471	138957.8363	0.006300950	0.006339693	-0.000038743
40	265914.1267	264554.8419	0.012131837	0.012069822	0.000062015
41	509710.0183	501121.8113	0.023254571	0.022862750	0.000391821
:					
75	80773.2630	80773.2630	0.003685130	0.003685130	0
76	97991.8656	109095.3627	0.004470696	0.004977273	-0.000506576

（出所）著者作成

（注）io76の空白は商品総額、$x_{SITC-R4}$ はSITC-R4を経由して作成されたHS2007からio76への対応関係コード表により変換された輸入額、x_{HS2002} はHS2002を経由した輸入額、$r_{SITC-R4}$ は $x_{SITC-R4}$ のio76部門分類の構成比、r_{HS2002} は x_{HS2002} の構成比、r^* は $r_{SITC-R4}-r_{HS2002}$ を表している。

［3］連結の基準となる分類 A_k にもとづいて CG_{k-1} と G_k の対応関係を作成する。

［4］分類 A_k を規準とた CG_{k-1} と G_k の対応関係により $FCD(CG_{k-1}, G_k : A_k) \rightarrow CG_k$ を求める。

［5］k=nとなるまで［2］から［4］までの処理過程を繰り返す。

［6］k=nで得られた（4-12）式の CG_n が求める $A_1, \cdots, A_{n+1}$ の連結された分類である。

分類 A_k にもとづいた CG_{k-1} と G_k の対応関係の作成は（3-22）式を求めるためには重要な処理過程であり（3-23）式で得られた対応関係から重複している部分を取り除いて求められる。グループ化された CG_{k-1} と G_k の対応関係は（3-25）式で得られた対応関係から重複している部分を取り除いて求められる。

繰り返しになるが、貿易データを変換するときには変換のために利用する連結する対応関係コード表は結果に直接的に影響するためその取扱いには十分に注意することが必要である。

———————————————————————————

[1] 佐藤（1995）によれば、分類XとYはデータベース内の分類階層内に定義されているものとする。この時、XとYの違いを識別できるような分類Bを同じ分類階層内に見い出すことができるものと仮定する。BからXへの類別関数をf、BからYへの類別関数をgとする。このfとgより、Q^*が計算でき、これを元にFCDの条件を満足するような分類Zと、XからZへの類別関数pを計算することができる。本章で使用している分類のX,A,B,Gは佐藤の分類のB,X,Y,Zにそれぞれ対応している。本章で使用している類別関数のf_a、f_bは佐藤のf、gにそれぞれ対応する。pについては同じように対応している。

[2] 形式的にグループを作るとグループに属する分類コードの共通性が問題になるが、この点については野田・山本（1995）による「切断」という方法でサブグループを作り、共通した特性を持たせるような方法がある。また、2つの分類体系のグループ化を拡張した複数の分類体系における対応関係の連結としては野田（2002）があり、この連結プロセスを貿易データにおける商品分類体系の改訂にともなう対応関係の商品グループに応用している。実際の場面では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という方法を採用している。この方法を採用するには対象としている分類およびその対応関係についての専門的な知識が要求される。

[3] ここでいうサブグループとは厳密な意味におけるグループ内の分割ではなくて互いに少数の共通の分類コードが含まれていても類似のものがまとまっているという意味でのゆるやかな対応関係の集まりをさす。切断の要素によりサブグループは決まるが、同一サブグループであっても切断の要素が同一であるとは限らない。

参考文献

佐藤英人（1995）「要約データの基礎概念とデータベース内での推論—世界貿易統計データベースを中心として—」（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）

野田容助（2002）「対応関係におけるグループ化とその連結」（野田容助 編『世界貿易マトリクスの作成と評価ー貿易指数の推計に向けてー』調査研究報告書 開発研究部 2001-III-12 アジア経済研究所）

―――（2007）『貿易商品貿易の対応関係における配分ウエイト行列の推計と貿易データの変換ー長期時系列貿易データ利用のための商品分類統一化の方法ー』広島市立大学国際学部 博士（学術）論文（未刊）

野田容助・山本泰子（1995）「体系の異なる分類の対応関係と変換ーグループ化および切断による商品分類の変換の試みー」（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）

内田陽子・野田容助（2010）「貿易データにおける国際IO76部門分類への変換」（猪俣哲史・桑森啓 編『2005年国際産業連関表の作成と利用』アジア国際産業連関シリーズ No.75 アジア経済研究所）

古河俊一・野田容助（1998）『標準国際商品分類と産業分類の対応関係』統計資料シリーズ（SDS）No.80 アジア経済研究所

山崎圭次郎（1976）『解析学概論 I 』共立出版

Hideto Sato（1983）, *Fundamental Concept of Social/Regional Summary Data and Inference in Their Database*, Doctoral Thesis, Tokyo University