

SFC ディスカッションペーパー
SFC-DP 2016-005

国際多部門モデリング

小坂弘行 (総合政策学部名誉教授)

hkosaka@sfc.keio.ac.jp

2017 年 3 月

国際多部門モデリング

小坂弘行

総合政策学部名誉教授

〒252-8520 藤沢市遠藤 5322

E-mail:hkosaka@sfc.keio.ac.jp

要約

国際多部門モデルの3つのアプローチについて述べる。すなわち国内多部門モデルの国際リンク、国際CGE、国際多部門表からのモデリングである。

本稿の目的は、3番目の国際多部門表のデータから多国間多部門モデルを構築することにある。これにはさらに2種あって、従来からのドル表を使った多国間多部門モデル、他は実質自国通貨表示表を使った多国間多部門モデルである。後者について消費者と生産者の行動理論を述べ、同時に実証結果を示した。全体系を用いたシミュレーションは膨大になるので、本稿では行っていない。

1. 規範モデル vs 実証モデル

社会科学の1部門である経済学は、モデルにつき2つの区別がある。1つは規範モデル(Normative Model)であり、他方は実証モデル(Positive Model)である。規範モデルとは、こうあるべきである、あるいはこうある筈だという姿を描く。しかし現実の姿と必ずしも一致するとは限らない。一方の実証モデルは、あるがままの現実の姿を描く。

モデルは通常複数の方程式から構成され、経済の相互依存性を表現する。方程式の係数パラメータの与え方によってもモデル化の作法が区別される。規範モデルの多くはパラメータがデータの推定からではなく、外部の情報を利用して与えられる。規範モデルの例として、二酸化炭素排出モデルであるマーカル・モデルは大規模なLPモデル(Linear Programming Model)であるからある種の規範モデルとも言える¹。制約となる等式、不等式の係数は予め技術情報から与えられている。また国連FAOを中心とした農産物や畜産物の一次産品モデルもこれに属する²。共通するのは、エネルギー使用に関する係数や農業生産に関する係数値は、エネルギー技術や農業技術から決めるのであって、データから回帰分析を通して決定するのではない。また70年代、ローマ・クラブが資源の枯渇で警鐘をならし話題となった「成長の限界」におけるフォレスターのシステム・ダイナミックスもこの類に属す。最適産業構造を論ずるターンパイク・モデルもこれに属するだろう。

一方、実証モデルは通常、現実のデータから方程式パラメータを推定を通して確定する。そのうちで1期間データだけから与えるカリブレーションを使ったCGEモデルと、多期間データから推定して構成するものを区別することも可能である。後者は通常計量経済モデルと言われる。CGEモデルは現実のデータを使う意味では実証モデルとも言えるが、規範的性格も備えている。下の表はそれらの区分を整理している。

表1：モデルの3区分

呼称	規範モデル	実証モデル	実証モデル 計量経済モデル
使用データ		1期間データ	多期間データ
係数パラメータ決定	外から与える	カリブレーション	回帰等で推定
例	マーカル・モデル 農産物畜産物・モデル システム・ダイナミックス ターンパイク・モデル	CGEモデル	マクロモデル

¹ マーカルモデルについては、例えば、横山長之,1991,地球環境シミュレーション,白亜書房、を参照。

² FAOの農産物モデルは、大賀圭治,1998,2020年世界食料需給予測,農山漁村文化協会、に詳しい。外国ではH.Linnemann (edi.)(1979)のMOIRAが有名。

本稿は、国際産業連関システムのモデリングについての実証モデルを扱う。

2. 国際多部門モデリングの3方式

国際多部門システムのモデリングに関して、多様なアプローチがされてきたが、整理の意味も兼ねて3つのアプローチを紹介しておきたい。

a)国内多部門モデルの国際リンク

第1のアプローチの基本アイデアは、1部門のマクロモデルを国際リンクした、1969年以來クラインが始めた国際リンクを、多部門に拡張したものであると考えられる。木下宗七等(1982)が日米韓の国内産業連関モデルを貿易でリンクしたのが始まりである。企画庁プロジェクトは、予め用意した日米韓のIO表をベースに日米韓の多部門モデルを作成し多部門貿易を通して結び付けるものである。その後、メリーランド大学のC.AlmonのINFORUM、鶴野公郎のCOMPASS(それぞれD.E.Nyhus(1991)、K.Uno(edi.)(2002)を参照)が知られている。C.AlmonのINFORUMモデルは、国際組織を立ち上げて現在に至るも稼働している。INFORUMプロジェクトがクライン方式に最も近い。クラインのマクロモデルの国際リンクであったように、国内多部門モデルは上手くいっても多くは貿易で破綻する可能性を秘めている。

b)国際CGE

2番目は、国内CGEの国際版と考えられる。国内CGEの考えは別稿で述べる。これについては小坂(2016)を参照されたい。

c)国際多部門表からのモデリングー多国間多部門モデルー

アジア経済研究所を始めとする国際産業連関表をベースにモデルを構築するものを指す。これを多国間多部門モデル(Multi-Country/Multi-Sector Model)ということにする。国際IO表の作成は、しばらくアジア経済研究所が70年代以降日米を含めたアジアを中心におこなってきたが、オランダ・フロンゲン大学のWIODプロジェクトが対象を世界に拡大した³。プロジェクトは、1995年から2011年をカバーしており、対象国は主要40ヶ国であり、部門分割は36部門となっている⁴。しかしプロジェクトは2011年を最終年として更新はしないとされている。それを引き継ぐ形でOECDは同様の表の作成をしている。OECDの作表の詳細内容は、良永康平(2007)、山野紀彦(2007)、中野諭(2007)などの

³ WIODプロジェクトのHPは、<http://www.wiod.org/>である。以下の実証分析でもWIODを用いる。

⁴ 対象40ヶ国と部門分割の詳細は、補論1を参照。

文献を参照されたい。したがって今後、この種の世界産業連関表は OECD の努力に掛かっていると見えよう。

3. 国内多部門モデルの国際リンク

個別国内モデルを国際リンクする場合、問題となるのは、輸入は国内経済モデルから内生化するが、輸出を如何に内生化するかが問われる。他方、価格については輸出価格は国内経済モデルから内生化するが、輸入価格を内生化する必要がある。輸出と輸入と輸入価格を内生化する役割を貿易モデルが担う。マクロモデルの国際リンクでは、内生化するべき輸出と輸入価格は唯一であるが、多部門モデルの国際リンクでは、財別輸出と財別輸入価格が内生化する。先行的研究の木下宗七等（1982）では、産業分類は 22 となっている。支出、生産、分配、雇用、賃金、価格といった主要変数に Cowles 流のモデリングを行う。国内多部門モデルとは別に、貿易連関モデルを用意し、国内多部門モデルとリンクしている。ここでは、D.E.Nyhus（1991）にしたがってリンクの方法を示す。国際リンクで内生化すべき、ある特定国の部門別輸出についての決定は以下の推計式の形をとる。

$$ex_i = \left(b_0 + b_1 \sum_k \bar{w}^k \left(\frac{m_i^k}{\bar{m}_i^k} \right) \right) \left(\frac{p_i}{f_i} \right)^\eta \quad b_0, b_1, \eta : \text{未知パラメータ} \quad (3.1)$$

以下の変数説明で上にバーのついてるのは、基準年の値を示す。

ex_i : 特定国の第 i 商品の輸出 p_i : 特定国の第 i 商品の価格

m_i^k : 第 k 国への第 i 商品の輸入 \bar{m}_i^k : 基準年次の第 k 国への第 i 商品の輸入

\bar{w}^k : 基準年次の第 k 国の輸入比率

ただし上の相対価格の分母の、ある特定国の第 i 商品に対する外国価格の定義は以下である。

$$f_i = \sum_k \bar{s}^k \left(\frac{p_i^k / r^k}{\bar{p}_i^k / \bar{r}^k} \right) \quad \text{外国価格の定義式} \quad (3.2)$$

p_i^k : 第 k 国の第 i 商品の価格 \bar{p}_i^k : 基準年の第 k 国の第 i 商品の価格

r^k : 第 k 国の為替レート \bar{r}^k : 基準年の第 k 国の為替レート

\bar{s}^k : 基準年次の世界輸出の中の第 k 国のシェア

他の内生化すべき部門別輸入価格は、推計式ではなく定義式である。

$$p_{mi} = \sum_k \bar{v}^k \left(\frac{p_i^k / r^k}{\bar{p}_i^k / \bar{r}^k} \right) \quad \text{輸入価格の定義式} \quad (3.3)$$

\bar{v}^k : 基準年次の第 i 商品の世界輸入の中の第 k 国のシェア
部門別輸入価格は、部門別輸入の相対価格を形成し、部門別輸入に影響を与える⁵。

4. 多国間多部門モデル—1 期間ドル表示表の利用—

以下の 2 つのモデルは、1 期間ドル表示のデータを用いている。

4.1 アイザード型多国間多部門モデル

W.Leontief and F.Duchin(1983)において示されたモデルであり、その後も広く使われている。アイザードの地域間モデルをドル表示で多国間に転用したものである。ドル名目表示の表を使っている。

基本的仮定

ある国で生産されたある財は、他の国で生産された同一の財とは、区別された独自の商品と考える。レオンテイエフの国内モデルをそのまま多国に拡張したものである。

需給バランス式

$$X_i^r = \sum_{s=1}^K \sum_{j=1}^N x_{ij}^{rs} + F_i^r \quad i=1,\dots,N; r=1,\dots,K \quad (4.1)$$

x_{ij}^{rs} : 第 r 国の第 i 産業の産出物で第 s 国の第 j 産業への中間消費

X_i^r : 第 r 国の第 i 産業の産出量 F_i^r : 第 r 国の第 i 産業の最終需要

国別投入係数

国別財別に異なった係数を仮定している。

$$a_{ij}^{rs} = \frac{x_{ij}^{rs}}{X_j^s} \quad (4.2)$$

したがって以下を得る。

$$X_i^r = \sum_{s=1}^K \sum_{j=1}^N a_{ij}^{rs} X_j^s + F_i^r \quad i=1,\dots,N; r=1,\dots,K \quad (4.3)$$

⁵ 部門別 $im_i = (b_0 + b_1 d_i)(p_{mi}/p_i)^{\eta}$ が推計式となる。ただし d_i は第 i 商品の国内需要である。

行列表示すれば、

$$X = AX + F \quad X = (I - A)^{-1} F \quad (4.4)$$

$$X = \begin{pmatrix} X_1^1 \\ X_2^1 \\ \cdot \\ \cdot \\ X_N^1 \\ \cdot \\ \cdot \\ X_1^K \\ X_2^K \\ \cdot \\ \cdot \\ X_N^K \end{pmatrix} : NK \times \quad F = \begin{pmatrix} F_1^1 \\ F_2^1 \\ \cdot \\ \cdot \\ F_N^1 \\ \cdot \\ \cdot \\ F_1^K \\ F_2^K \\ \cdot \\ \cdot \\ F_N^K \end{pmatrix} : NK \times$$

A: $NK \times NK$

となる。最終需要 F の内容を、国内最終需要、輸出、輸入に分けることも可能である。

$$X = AX + F_{(D)} + F_{(E)} - M \quad (4.5)$$

4.2 モーゼス・チェネリー型多国間多部門モデル

使用されることは殆どないが、小坂(1994)は上のアイザード型モデルに代わって使用したことがあり、アイザード型モデルより優れているので、以下でその概要を述べよう。

基本的仮定

- a) 各国毎に異なった国別投入係数が存在する。
- b) 国間取引には特定のパターンが存在する。
- c) 上の 2 つの仮定から国間投入構造が間接的に導出される。

国別投入係数

国別に異なった投入係数を仮定している。

$$a_{ij}^s = \frac{x_{ij}^s}{X_j^s} \quad (4.6)$$

係数は、(第 s 国の第 j 産業が世界各国より購入した第 i 品目の中間投入) ÷ (第 s 国第 j 産業の生産) を意味している。したがって、

$$x_{ij}^s = \sum_{r=1}^k x_{ij}^{rs} \quad (4.7)$$

となる。係数 a_{ij}^s の意味は、「第 s 国の第 j 産業が生産物 1 単位を生産するのに必要な第 i 品目の投入量」であり、第 i 品目はどの国ののものであっても一括して扱われる。技術は同じ第 i 品目なら国の違いを無視する。例えば鉄の国による差を考慮しない。アイザード・モデルでは違いを考慮している。

$$A^s = (a_{ij}^s) \quad (4.8)$$

$$A = \begin{bmatrix} A^1 & 0 & 0 \\ 0 & A^2 & 0 \\ 0 & 0 & A^n \end{bmatrix}$$

国による投入係数の違いを考慮している。

国間交易係数

$$t_i^{rs} = \frac{\sum_{j=1}^n x_{ij}^{rs} + F_i^{rs}}{\sum_{j=1}^n x_{ij}^s + F_i^s} \quad (4.9)$$

係数は、(第 s 国で購入した第 r 国産の第 i 財総額)/(第 s 国で購入した世界の第 i 財総額)となっている。

F_i^{rs} : 第 r 国から第 s 国への第 i 財の最終需要の流れ

F_i^s : 全ての国から第 s 国への第 i 財の最終需要の流れ

$$\sum_{r=1}^n t_i^{rs} = 1 \quad (4.10)$$

第 i 財の第 s 国での購入のうち第 r 国から来たものの割合で示される。最終消費も中間消費も区別していない。

注意として、最終消費と中間消費で購入パターンが異なる場合には、交易係数の定義を変える必要がある。また自国と他国では距離が異なるので、輸送費、輸送時間が違うことを考慮することができる。

2 国間交易係数

$$T^{rs} = \begin{bmatrix} t_1^{rs} & 0 & 0 \\ 0 & t_2^{rs} & 0 \\ 0 & 0 & t_n^{rs} \end{bmatrix} \quad (4.11)$$

世界国間交易係数行列

$$T = \begin{bmatrix} T^{11} & T^{12} & T^{1k} \\ T^{21} & T^{22} & T^{2k} \\ T^{k1} & T^{k2} & T^{kk} \end{bmatrix} \quad (4.12)$$

国間投入構造

$$t_i^{rs} a_{ij}^s \quad (4.13)$$

「第 s 地域の第 j 産業の生産物を 1 単位生産するのに必要な第 i 産業の製品の必要量」が国別投入係数 a_{ij}^s で表現されており、そのうちで第 r 国から来る分が t_i^{rs} となっている。上の 2 つの係数の積は、「第 s 国の第 j 産業の生産物を 1 単位生産するのに必要な第 i 産業の製品の必要量のうちで第 r 国からくる分」を表している。

$$TA = (t_i^{rs} a_{ij}^s) \quad (4.14)$$

国間・産業間需給バランス

$$X_i^r = \sum_{s=1}^k \sum_{j=1}^n t_i^{rs} a_{ij}^s X_j^s + \sum_{s=1}^k t_i^{rs} F_i^s \quad (4.15)$$

これを行列表示すると以下となる。

$$X = TAX + TF \quad \text{or} \quad X = (I - TA)^{-1} TF \quad (4.16)$$

F : 国別最終消費

5. 多国間多部門モデル—実質各国通貨表示表の利用—

本節では、ドル表示 1 期間データでなく、多期間データを前提に、モデル構築を目指す。為替変化の効果を排除するため、ドル表示から実質各国通貨表示に、表の横の流れを変換する。

5.1 名目ドル表から実質各国通貨表示表への変換

ドル表示の国際産業連関表から各国通貨表示の実質表への変換をおこなう。通常、国際産業連関表はドル名目表示で提供される。各国経済主体は、ドルで意

思決定する訳ではなく、自国通貨でなされ、多くは実質表示でなされる。各国には通貨発行権があり、自国通貨の金融政策が発動され、それをベースに国内に自国通貨が流通し、外国との取引はそれを整合させるため、外国為替市場が機能している。その実体に合わせて経済分析をしようとすれば、ドル表を各国実質通貨表示の表に変換する必要がある。そのため価格の定義をおこなう。

p_i^r : 第 r 国第 i 産業の第 r 国通貨で表示された価格

そうすると第 k 国に向かう価格は、第 k 国表示になおされる。

$p_i^{rk} = p_i^r (e^k / e^r)$: 第 r 国の第 i 産業の価格の第 k 国通貨での表示

第 r 国第 i 産業の第 k 国での表示は、次のような幾つかの変更を受ける。

$$p_i^{rk} = (1 - s_i^r) p_i^r (e^k / e^r) (1 + \tau_i^k) T^{rk} \quad (5.1)$$

s_i^r : 第 r 国第 i 産業に付される輸出補助金率

τ_i^k : 第 k 国の第 i 製品に課される関税率

T^{rk} : 第 r 国から第 k 国への輸送コスト⁶

各国の価格を上のように定義して、ドル名目取引表を各国通貨表示の取引表に変換する。

したがって、ここで形成される市場は以下のようである。例えば日本の鉄鋼市場を例にあげると、国内に複数の鉄鋼メーカーがあってもそれらを束ねて唯一の鉄鋼メーカーしかないと仮定している。日本の国内鉄鋼市場へは国内メーカーのみならず、中国や韓国のメーカーが参入して競争している。また米国の鉄鋼市場でも米国の鉄鋼メーカーのみならず日本や中国、韓国メーカーが同時に競争に参入しているとみなす。したがってここでの企業は、一国に限ると唯一の企業が存在するとしている。しかし国内市場といえども独占市場ではない。

5.2 費目別消費行動のモデル

多国間多部門モデルにおいては、財の選択において相対価格の果たす役割は大きく、モデルとしてパラメータの数が少なく、かつ相対価格が考慮できるモデルを採用することが望ましい。その観点から LES (Linear Expenditure System) を取り上げよう。LES を簡潔に述べると以下の最適化問題

$$\max u = \sum_{i=1}^n \beta_i \log(q_i - \gamma_i) \quad (5.2)$$

⁶ 実際のコスト（距離と時間を考慮）と心理的コストも含める。

$$s.t. \quad M = \sum_{i=1}^n p_i q_i$$

に対して、最適解

$$p_i q_i = p_i \gamma_i + \beta_i \left(M - \sum_{j=1}^n p_j \gamma_j \right) \quad \text{or} \quad q_i = \gamma_i + \frac{\beta_i}{p_i} \left(M - \sum_{j=1}^n \gamma_j p_j \right) \quad (5.3)$$

$$\sum_{i=1}^n \beta_i = 1$$

を導く。

上の最適化問題にのせるため、最初に多国間多部門システムの第 k 国の賃金総額を産業別の賃金率と雇用量から計算する。

$$wage^k = \sum_{j=1}^N w_j^k L_j^k \quad (5.4)$$

$wage^k$: 第 k 国の賃金総額 (第 k 国通貨建て)

w_j^k : 第 k 国第 j 産業の賃金率 (第 k 国通貨建て)

L_j^k : 第 k 国第 j 産業の雇用量

また貯蓄について定義的なことを述べる。

$$\Delta saving^k = wage^k - \sum_{i=1}^N \left(\sum_{h=1}^K p_i^{hk} cph_i^{hk} \right) = wage^k - \sum_{i=1}^N CPH_i^k \quad (5.5)$$

$\Delta saving^k$: 第 k 国の貯蓄増加 (第 k 国通貨建て表示)

cph_i^{hk} : 第 k 国の第 i 産物の家計消費の内の h 国分 (第 h 国通貨建て表示)

e^h : 第 h 国為替レート/ドル e^k : 第 k 国為替レート/ドル

$CPH_i^k = \sum_{h=1}^K p_i^{hk} cph_i^{hk}$: 第 k 国の第 i 産物の名目消費総額 (第 k 国通貨建て)

$$wage^k = \sum_{i=1}^N CPH_i^k + \Delta saving^k \quad (5.6)$$

ここで貯蓄増加を将来消費増加と定義する。

$$\Delta saving^k = p_f^k cph_f^k \quad (5.7)$$

cph_f^k : 第 k 国の将来実質消費 p_f^k : cph_f^k の価格 (消費財物価)

すなわち貯蓄増加は、今期消費に回らなかった賃金総額との差額となる。そうすると第 k 国の貯蓄を含めた財別消費の最適化問題が形成される。

$$\begin{aligned} \max \quad & u^k = \sum_{i=1}^N \sum_{h=1}^K \beta_i^{hk} \log(cph_i^{hk} - \gamma_i^{hk}) + \beta_f^k (cph_f^k - \gamma_f^k) \\ \text{s.t.} \quad & wage^k = \sum_{i=1}^N \left(\sum_{h=1}^K p_i^{hk} cph_i^{hk} \right) + p_f^k cph_f^k \end{aligned} \quad (5.8)$$

つぎに多国間多部門システムの財別消費をつぎの2段階で考えよう。

a) 第 k 国賃金総額 $wage^k$ を第 i 財総消費と貯蓄増加への最適決定

最適化問題は、 N 個の財の中の第 i 財への総消費と将来消費への振り分けが問題となる。以上の財別の最適総消費には、LES で解を導く。財別総消費のために合成財価格を以下に定義する。

$$cph_i^k = \frac{CPH_i^k}{p_i^k} \quad (5.9)$$

そうする前半の最適化問題は以下となる。

$$\begin{aligned} \max \quad & u^k = \sum_{i=1}^N \beta_i^k \log(cph_i^k - \gamma_i^k) + \beta_f^k (cph_f^k - \gamma_f^k) \\ \text{s.t.} \quad & wage^k = \sum_{i=1}^N p_i^k cph_i^k + p_f^k cph_f^k \end{aligned} \quad (5.10)$$

したがって第 k 国の最適な第 i 財消費の配分は、最適化問題(5.2)が援用され、(5.3)から最適額が決まる。

$$p_i^k cph_i^k = CPH_i^k = \gamma_i^k p_i^k + \beta_i^k \left(wage^k - \sum_{j=1}^N \gamma_j^k p_j^k - \gamma_f^k p_f^k \right) \quad (5.11a)$$

γ_i^k : 第 k 国第 i 財の基準的総消費水準

同様に将来消費の最適額は以下となる。

$$p_f^k cph_f^k = CPH_f^k = \gamma_f^k p_f^k + \beta_f^k \left(wage^k - \sum_{j=1}^N \gamma_j^k p_j^k - \gamma_f^k p_f^k \right) \quad (5.11b)$$

γ_f^k : 第 k 国の基準的貯蓄水準

ただし、 $\sum_{i=1}^N \beta_i^k + \beta_f^k = 1$ が期待される。

($N+1$)個の式(5.1a)と式(5.11b)の推定には、同じパラメータが別の方程式に現れることからシステム推定が要請される。WIODの多国間多部門モデルのデータを用いて実証する。具体的に(5.11a)式、(5.11b)式をシステム推定する。ただし日

米の結果を掲げる。システム推定の加重最小二乗推定でおこなっている⁷。部門分類は、集計化された農林水産、製造業、utility、建設、サービスの5部門に、将来消費としての貯蓄の6部門への消費を考える。表2は β の推定結果をまとめたものである。

表2：日米の製造業の β の推定値

	β_1	β_2	β_3	β_4	β_5	β_6	sum
日本1	0.006327	0.134743	-0.001550	-1.13E-05	-0.041174	0.901666	1.000001
日本2	0.014437	0.263828	0.026797	-	0.015907	0.735108	1.056078
米国	0.012081	0.116940	0.019197	1.32E-05	0.800708	0.051062	1.000001

日本1で係数のマイナスは経済的に意味がないから、日本のutility、建設、サービスの β_4 はゼロと解釈すべきであろう。結果から判断されることは、日本は貯蓄に最も高い関心があり、米国はサービスの消費に高い関心があることが分かる。双方ともに製造業にはほぼ同じ程度の一定の関心をもつ。 β のプラスを確保するために、日本2では参考のため日本の建設を除いた推定を示す。また表3は日米の γ の推定結果をまとめたものである。

表3：日米の製造業の γ の推定値

	γ_1	γ_2	γ_3	γ_4	γ_5	γ_6
日本1	-832467.5	-49358848	8264918.	10930.33	2.31E+08	-6.84E+08
日本2	-167996.5	-7025305.	-580709.8	-	1.95E+08	-1.90E+08
米国	-789842.2	-7089091.	-1204040.	-839.8488	-50499772	-3941210.

係数 γ は消費の基準的水準と言われるようにプラスが正常であるが、残念ながら多くでそうになっていない。マイナスの数値はどのように解釈するか。LESの効用関数で考えると、 $\beta_j^k \log(cph_j^k - \gamma_j^k)$ において、基礎的水準以上で効用が発生するが、マイナスは仮に消費がゼロでもプラスの効用が発生していると解釈する。本稿はこれ以上の追加的推定は行わないが、幾つかの改善の可能性を示す。第1は、今みたように該当する財に $\beta=0$ を仮定して推定する。そうすると該当する財別消費は外生変数となる。第2は、システム推定でなく、通常の最小二乗法を独立に適応する。しかしパラメータの共通性、整合性は確保されない。第3は、最も有望な改善であるが、適切な外部変数を γ に介在させる。生産年齢人口等の変数を γ に導入する。生産年齢人口にはプラスの符号が期待され、生産年齢人口の減少は消費を停滞せしめるものである。

b)第*i*財への第*k*国の最適国別配分の決定

⁷ EViewsのシステム推定のプログラムを補論2に示す。

前段階と同じように、この最適な振り分けに LES を用いる。すなわち後半の最適化問題（第 k 国の製品 i の国別配分）は以下となる。

$$\begin{aligned} \max \quad & u^{ki} = \sum_{h=1}^K \beta_i^{hk} \log(cph_i^{hk} - \gamma_i^{hk}) \\ \text{s.t.} \quad & CPH_i^k = \sum_{i=1}^K p_i^{hk} cph_i^{hk} \end{aligned} \quad (5.12)$$

第 k 国の第 i 製品の第 h 国産の最適消費の結果は以下となる。

$$p_i^{hk} cph_i^{hk} = \gamma_i^{hk} p_i^{hk} + \beta_i^{hk} \left(CPH_i^k - \sum_{l=1}^K \gamma_i^{lk} p_i^{lk} \right) \quad (5.13)$$

γ_i^{hk} : 第 k 国第 i 財の第 h 国産の基準的消費水準

以上で述べたように、多国間多部門モデルにおいては、当初から、 $(NK+1)$ への財に賃金総額を配分するより、貯蓄を含めた $(N+1)$ の財にまず配分し、その後で国別に振り分けるのが望ましいだろう。

さて推計は日本の製造業についてのみ行った。対象国は全部で 40ヶ国になるが、多くの国は消費が僅かであり、比較的大きな消費数値を占めるだろう 7ヶ国の最適消費のみをとりあげた⁸。すなわち日本、カナダ、米国、台湾、韓国、英国、イタリアとし、他国の消費は外生扱いとしている。最適配分は式(5.13)を以下のようにやや変形して、マイナーな国を除いた主要 7ヶ国の財別消費を説明している。

$$p_2^{h,JPN} cph_2^{h,JPN} = \gamma_2^{h,JPN} p_2^{h,JPN} + \beta_2^{h,JPN} \left(CPH_2^{JPN(7)} - \sum_{l=1}^7 \gamma_2^{l,JPN} p_2^{l,JPN} \right) \quad (5.14)$$

$CPH_2^{JPN(7)}$: 主要 7ヶ国の日本製造業製品消費の和

推定はシステム推定で加重最小二乗法を使っている。 β について、当然のことながら日本が圧倒的な割合を占め、続いて米国、台湾、韓国と続く。表 4 に結果を示す。

表 4 : 日本の製造業の効用の 7ヶ国のパラメータ

	β	γ
JPN	0.902073	37510527
CAN	0.001360	1722.562
USA	0.052879	8306.889
TWN	0.013924	50341.55
KOR	0.013604	3654155.
UK	0.005304	1117.612

⁸ 中国はデータの信頼性から除外した。

ITA	0.010856	3092.573
sum	1.005911	

7本の方程式を使って内挿テストをおこなっているが、概ね良好なパフォーマンスを示している。

5.3 供給行動のモデルー製品差別化国際寡占企業ー

5.3.1 5つのアクターによる協調的供給行動

さて第 k 国の第 j 市場で、超過需要($X_j^{kD} > X_j^{kS}$; X_j^{kD} :需要; X_j^{kS} :供給)にある時、供給が
増大するか一部の需要はカットされて需給調整される。逆に、超過供給($X_j^{kD} < X_j^{kS}$)

の時、供給は減少する。何れのケースでも意図しない在庫は、需給ギャップを埋めるために生産と協調行動をとる。上の生産の調整は製造業の見込生産 (production in stock)と言われる。また製造業の受注生産(ordered production)は、受注があつて生産が着手されるので、需給は常に満たされる。サービス業の生産は、在庫ができないので、銀行業等にみられる如く受注生産とみなされる。

本稿はこうした供給行動を扱い、そこから要素需要、賃金と価格、生産と在庫の5つの行動を導き出す。そのため、要素需要にはコスト関数を、賃金と価格、生産と在庫には利潤極大化をあてがう。

ここでまず最初に、資本調整が期間内に完了するとみならず長期のコスト関数を考える。第 k 国の第 j 市場の利潤を考え、ベルトラン的価格と賃金率を決めることを考える。需要 X_j^{kD} と供給 X_j^{kS} は明確に区別しよう。5つのアクターは相互に

協調し、生産行動を導く。上位のアクター(アクターP, アクターW, アクターXとアクターINV)は価格、賃金率、生産と在庫を利潤極大化の下で決定する。他方、下位のアクターであるアクターCは、生産関数の制約下でコストを最小化す要素需要を決める。この行動は利潤極大化と整合する。

5.3.2 アクターCによる要素需要

第 k 国第 j 部門の生産を考えるに、与えられた価格と生産指令 X_j^{kS} の下で、アクターCは以下のコスト関数をベースに要素需要を決定する⁹。

⁹ 第 k 国第 j 部門の生産者は第 k 国に唯一の生産設備を持つとする。したがって対応する唯一のコスト関数をもつ。もしもその子会社の生産設備が外国である第 l 国($l \neq k$)に存在した時は第 l 国のコスト関数に組み込まれる。また、もし正規

$$C_j^k(X_j^{kS}, \tilde{p}^k, w_j^k, r^k, t) = \min_{\tilde{x}_j^k, L_j^k, K_j^k} \left(\sum_{h=1}^K \sum_{i=1}^N p_{ij}^{hk} x_{ij}^{hk} + w_j^k L_j^k + r^k K_j^k \right) \quad j=1, \dots, N \quad (5.15)$$

ここで関連する変数は以下で各国通貨で表現される。

C_j^k : 第 k 国第 j 部門のコスト関数

$\tilde{x}_j^k = \{x_{ij}^{hk}; h=1, 2, \dots, K; i=1, 2, \dots, N\}$

x_{ij}^{hk} : 第 k 国第 j 部門の生産に要する第 h 国第 i 部門生産物投入

L_j^k : 第 k 国第 j 部門への労働投入

p_i^{hk} : 第 h 国第 i 生産物の第 k 国への価格

$p_{ij}^{hk} = p_i^{hk} (j=1, 2, \dots, N)$

$\tilde{p}^k = \{p_i^{hk}; h=1, \dots, K; i=1, \dots, N\}$

w_j^k : 第 k 国第 j 部門の賃金率

r^k : 第 k 国の資本コスト

(5.15)の形について、具体型の提示がなされる。L.R.Christensen, D.W.Jorgenson and L.J.Lau(1973)は、translog 型コスト関数を提示し、広く利用されてきている。コスト関数には経済的合理性が必要であり、レオンチェフの投入係数を一般化した、M.Fuss(1977)の一般化レオンチェフ・コスト関数が望ましい。その数学的表現は、 $C(y, p, t) = \sum_{i,j} h_{ij}(y, t) \sqrt{p_i} \sqrt{p_j}$ (p_i : 第 i 要素価格; y : 生産; $h_{ij}(y, t)$: 対称かつ

concave)である。M.Fuss(1977)は $h_{ij}(y, t)$ を明示しなかったため、後に色々な一般

化コスト関数の形が提示された。R.S.Pindyck and J.J.Rotemberg(1983)が指摘したように、コスト関数には資本の形成に時間を要することを勘案した長期と短期のコスト関数の区別がある。しかし本稿は、長期データを前提にすることから長期のコスト関数を仮定する¹⁰。本稿では、W.E.Diewert and T.J.Wales(1987)が取

と非正規の労働者を分析上区別する必要性がある時、(5.15)式において、 $w_j^k L_j^k$ の代わりに $(w_{j1}^k L_{j1}^k + w_{j2}^k L_{j2}^k)$ とする。ただしサブスクリプト 1 は正規、サブスクリプト 2 は非正規とする。

¹⁰ 期間内で最適要素需要が実現されるコスト関数を長期のコスト関数といい、その均衡を完全静学的均衡と言う。固定要素需要をパラメータとして与えるようなコスト関数を短期のコスト関数といい、その均衡を部分的静学的均衡という。最適固定要素が部分的にしか実現されないようなコスト関数も短期のコス

り上げた一般化レオンチェフコスト関数を採用する。(補論3を参照)¹¹ シェファードの補題を適用することで、最適な中間需要、労働需要¹²、資本需要を導くことができる。要素需要のシェア型の表現は以下である。

$$\frac{x_{ij}^{hk}}{X_j^k} = \sum_{h1=1}^K b_{i1,j}^{h1,k} \sqrt{\frac{p_i^{h1,k}}{p_i^{hk}}} + b_{XX} \beta_i^{hk} X_j^k + b_{it}^{hk} t + b_{ip}^{hk} p_i^{k(e)} \quad (5.16)$$

$p_j^{k(e)}$: p_j^k の期待

式(5.16)は、第 h 国から第 k 国への第 i 財の二国間貿易を描く。式(5.16)で、もし $i1=i$ で $h1=h$ の時、右辺の第1項は W.Isard's(1951)の固定的な投入係数 b_{ij}^{hk} を意味し、そうでない時、相対価格 $\sqrt{p_i^{h1,k}/p_i^{hk}}$ が有効となる。第2項は規模の経済を表す。第3項はヒックス中立な技術進歩を、第4項はプロセス・ノベーションを表している。コスト関数の全貌は、要素需要方程式の推定を通して間接的に明らかとなる。その際、 $X_j^{kS} = X_j^{kD} = X_j^k$ としている。対応する限界コストも明確となる。以上でコスト関数は明らかとなるが、2次損失を使ったコストの表現は、C.H.Holt, F. Modigliani, J.F.Muth and H.A.Simon(1960)で取り上げられている。(以降、HMMS と表現する)

最後に産業別雇用を束ねて総雇用量を出し、失業者数と失業率を定義する。

失業者と失業率の定義

$$un^k = LF^k - \sum_j L_j^k \quad (5.17)$$

$$ur^k = un^k / LF^k \quad (5.18)$$

LF^k : 第 k 国の労働力 un^k : 第 k 国の失業者数 ur^k : 第 k 国の失業率

5.3.3 アクター P による価格決定

国内唯一企業は外国ライバル企業と競争する。ここで価格の決定を利潤極大化

ト関数というが、その均衡は部分的動学均衡と区別する。R.S.Pindyck and J.J.Rotemberg(1983) で述べられたコスト関数はこのクラスに属する。

¹¹ 他の候補として例えば、E.Berndt and M.S.Kahled(1979) や S.Nakamura(2001)が知られている。

¹² 他部門からの労働移動は可能である。

に関連付けて論じる。利潤極大化は形式的に述べれば、 $\max_{p_j^k} \pi_j^{k(p)} = \max_{p_j^k} \{p_j^k X_j^{kD} - C_j^k\}$

となる。ここで需要 X_j^{kD} は、5.2 節で述べたような財別需要関数、あるいはさらに洗練された、例えば A.S.Deaton and J.Muellbauer (1980) のような需要関数を想定するのが通常の扱いである¹³。しかし本稿の考えは異なる。理論的需要関数を利潤に代入して極大化を図ると、価格と実際の価格は通常一致しないので、定式化は破綻を来す。したがって理論的需要関数をもってくるのではなく、T.Negishi(1961)の意味の「perceived demand function」を利用する。すなわち根岸的な意味の主観的需要関数を利潤極大化に使用し、需要側の議論と切り離す。さらに単純な利潤極大化に代わりに、価格変化を促さないように、利潤に加えて価格の 2 次損失を追加的に考慮する。一般的に価格を手段として利潤極大化を図ると価格は大きな変動をするだろう¹⁴。しかし逆に、価格の動きに制約を加えると利潤極大化にはダメージを与えるかも知れないが、現実の価格の現状への粘着性を説明できる¹⁵。一般に社会は価格の急激な変化を望まない。企業もそうした社会の厳しい目を意識せざると得ないので、急激な価格変化は避ける。そのことを価格決定に反映させるには、過去との乖離 $(p_j^k - p_{j,-1}^k)$ で考慮する。さ

らに一般的に、2 次損失 $(p_j^k - p_{j,-1}^k - \tilde{c}_j^{kp}) (\tilde{c}_j^{kp} \neq 0)$ 、あるいはさらに一般化して、 $(p_j^k - c_j^{kp2} p_{j,-1}^k - \tilde{c}_j^{kp})^2 (c_j^{kp2} > 0)$ で考慮する。そうすると、企業の価格決定のための利潤極大化は以下のようになる。

$$\max_{p_j^k} \tilde{\pi}_j^{k(p)} = \max_{p_j^k} \left\{ -\frac{1}{2} c_j^{kp1} (p_j^k - c_j^{kp2} p_{j,-1}^k - \tilde{c}_j^{kp})^2 + \frac{1}{X_j^{k*}} (p_j^k X_j^{kD} - C_j^k) \right\}. \quad (5.19)$$

X_j^{k*} : 生産の正常水準 ($\partial X_j^{k*} / \partial p_j^k = 0$)

注意点として、上の利潤は名目で評価されるので、 X_j^{k*} で割って価格の 2 次損失

¹³ 例えば、I.Mongelli, F.Neuwahl and J.M.Rueda-Cantuche(2010)を参照。

¹⁴ 70 年代初頭、G.C.Chow(1973)は最適制御の政策への応用で手段不安性問題として論じた。

¹⁵ ケインズ派の主張は下方への硬直性であるが、本稿は上下への硬直性を主張する。近年のケインズ派の説明は N.G.Mankiw(1985)などを参照。

とバランスをとる。そうすると最適化の1次条件は、 $\partial w_j^k / \partial p_j^k = 0$ と仮定して以下となる。

$$\frac{\partial \tilde{\pi}_j^{k(p)}}{\partial p_j^k} = -c_j^{kp1} (p_j^k - c_j^{kp2} p_{j,-1}^k - \tilde{c}_j^{kp}) + \frac{1}{X_j^{k*}} \left(p_j^k \frac{\partial X_j^{kD}}{\partial p_j^k} + X_j^{kD} - MC_j^k \frac{\partial X_j^{kS}}{\partial p_j^k} \right) = 0 \quad (5.20)$$

価格について整理する。

$$p_j^k = \tilde{c}_j^{kp} + c_j^{kp2} p_{j,-1}^k + \frac{1}{c_j^{kp1}} \times \left(\frac{1}{X_j^{k*}} \right) \times \left(X_j^{kD} + p_j^k \frac{\partial X_j^{kD}}{\partial p_j^k} - MC_j^k \frac{\partial X_j^{kS}}{\partial X_j^{kD}} \frac{\partial X_j^{kD}}{\partial p_j^k} \right) \quad (5.21)$$

ここで2つの価格決定方式を区別する。

a) コストプッシュ型価格決定

根岸の主観的需要関数の具体形を $\partial X_j^{kD} / \partial p_j^k = -\beta_j^{kp} \times (X_j^{kD} / p_j^k) (0 \leq \beta_j^{kp} \leq 1)$ とする¹⁶。さらにまた供給の1単位の変化は需要の変化に価格を経由して影響するだろうから、 $\partial X_j^{kS} / \partial X_j^{kD} = \delta_j^{kp} p_j^k (\delta_j^{kp} > 0)$ と仮定する。上の2つの関係を(5.19)(5.21)に代入すると以下となる。

$$p_j^k = \tilde{c}_j^{kp} + c_j^{kp2} p_{j,-1}^k + \frac{1}{c_j^{kp1}} \times \left(\frac{1}{X_j^{k*}} \right) \times \left(X_j^{kD} - \beta_j^{kp} X_j^{kD} + \beta_j^{kp} \delta_j^{kp} MC_j^k X_j^{kD} \right) \quad (5.22)$$

最後に、 $X_j^{k*} = X_j^{kD}$ として¹⁷、動学的価格決定式が得られる。

$$p_j^k = \tilde{c}_j^{kp} + \frac{1 - \beta_j^{kp}}{c_j^{kp1}} + c_j^{kp2} p_{j,-1}^k + \frac{\beta_j^{kp} \delta_j^{kp}}{c_j^{kp1}} MC_j^k \quad (5.23)$$

企業の価格弾力性予想 β_j^{kp} は価格決定に2つの方向に影響を与える。1つは(5.23)

の項 $(1 - \beta_j^{kp}) c_j^{kp1}$ から弾力性予想 β_j^{kp} が上がると価格は低下する。他方、弾力性予想

β_j^{kp} の上昇はコスト $\beta_j^{kp} \delta_j^{kp} MC_j^k / c_j^{kp1}$ の上昇を招き、価格上昇を招く。

¹⁶ X_j^{kD} は実際の需要ではなく、企業によって予想されたそれであり、その意味で、 X_j^{kD} は $X_j^{kD(S)}$ とすべきであろう。 $X_j^{kD(S)}$: 企業によって予想された需要量

¹⁷ $X_j^{k*} = X_{j,-1}^{kD}$ とすることも可能であり、 $X_j^{k*} = (X_j^{kD} + X_{j,-1}^{kD}) / 2$ としてもよい。

価格形成には、政治や環境等経済以外の要因が加わるから、以下のような仮定を導入する。

$$\tilde{c}_j^{kp} = \mu_j^{kp} + u_j^{kp}. \quad u_j^{kp} \sim N\left(0, (\sigma_j^{kp})^2\right) \quad (5.24)$$

そうすると(5.23)は変更を受ける。

$$p_j^k = \frac{(c_j^{kp1} \mu_j^{pk} + 1 - \beta_j^{kp})}{c_j^{kp1}} + c_j^{kp2} p_{j,-1}^k + \frac{\beta_j^{kp} \delta_j^{kp}}{c_j^{kp1}} MC_j^k + u_j^{kp}. \quad (5.25)$$

未知パラメータ $(c_j^{kp1}, c_j^{kp2}, \mu_j^{kp}, \beta_j^{kp}, \delta_j^{kp})$ は、(5.25)に回帰分析をしても確定しない。しかし2つのパラメータに制約を付すと確定する。(5.23)ないし(5.25)から、限界コストの上昇は価格を上げ、規模の経済 SE_j ($SE_j^k = AC_j^k / MC_j^k$) の増加も価格を上げる。

b) コストプッシュ型／デマンドプル型価格決定

上の定式化はコストプッシュ型価格決定であり、供給に加えて需要側のデマンドプル型決定をも合わせて考慮した定式化を次に示す。それについては以下のように仮定を入れ替える。T.Negishi(1961)の主観的需要関数を、 $\partial X_j^D / \partial p_j = -\beta_j \times (1/p_j)$ の形で代替し、また $\partial X_j^S / \partial X_j^D = \delta_j p_j$ ($\delta_j > 0$) とする。

$$\begin{aligned} p_j^k &= \tilde{c}_j^k + c_j^{kp2} p_{j,-1}^k + \frac{1}{c_j^{kp1}} \times \left(\frac{1}{X_j^{k*}} \right) \times \left(X_j^{kD} + p_j^k \frac{\partial X_j^{kD}}{\partial p_j^k} - MC_j^k \frac{\partial X_j^{kS}}{\partial X_j^{kD}} \frac{\partial X_j^{kD}}{\partial p_j^k} \right) \\ &= \tilde{c}_j^k + c_j^{kp2} p_{j,-1}^k + \frac{1}{c_j^{kp1}} \times \left(\frac{X_j^{kD}}{X_j^{k*}} \right) + \frac{1}{c_j^{kp1}} \times \left(\frac{p_j^k}{X_j^{k*}} \right) \times (1 - \delta_j^k MC_j^k) \frac{\partial X_j^{kD}}{\partial p_j^k} \\ &= \tilde{c}_j^k + c_j^{kp2} p_{j,-1}^k + \frac{1}{c_j^{kp1}} \times \left(\frac{X_j^{kD}}{X_j^{k*}} \right) - \frac{1}{c_j^{kp1}} \times \left(\frac{1}{X_j^{k*}} \right) \times \beta_j^k (1 - \delta_j^k MC_j^k) \\ &= \tilde{c}_j^k + c_j^{kp2} p_{j,-1}^k + \frac{1}{c_j^{kp1}} - \frac{1}{c_j^{kp1}} \times \left(\frac{1}{X_j^{kD}} \right) \times \beta_j^k (1 - \delta_j^k MC_j^k) \\ &= \left(\tilde{c}_j^k + \frac{1}{c_j^{kp1}} \right) + c_j^{kp2} p_{j,-1}^k - \frac{\beta_j^k}{c_j^{kp1}} \times \left(\frac{1}{X_j^{kD}} \right) + \frac{\beta_j^k \delta_j^k}{c_j^{kp1}} \times \left(\frac{MC_j^k}{X_j^{kD}} \right) \end{aligned} \quad (5.26)$$

第3項より需要 X_j^{kD} が高まると物価が上がり、第4項より単位限界コスト

MC_j^k / X_j^{kD} が上がると物価が上がることになる。

以下に主要国の製造業における価格決定関数(5.23)、ないし(5.25)の推計を簡略的に示す¹⁸。

表 6: 主要国の製造業の価格方程式の推計

$$p_j^k = (c_j^{kp1} \mu_j^{kp} + 1 - \beta_j^{kp}) c_j^{kp1} + c_j^{kp2} p_{j,-1}^k + (\beta_j^{kp} \delta_j^k / c_j^{kp1}) MC_j^k$$

country	cons tan t	$p_{j,-1}^k$	MC_j^k	$R(adj.)$
CHN	0.616803		0.427521	0.818071
FRA	0.827812		0.233921	0.819480
GBR	-0.196278	0.721143	0.889006	0.930864
IND			1.184481	0.864532
JPN	0.715313 ¹		0.417345	0.462455
KOR	0.251982		1.875222	0.817940
NLD	0.287390 ²		2.236780	0.505565
RUS			1.650453	0.999374
TUR	0.347438		1.423923	0.999123

注 1: コンスタント項以外にダミー変数を使用している。

注 2: コンスタント項がなく、ダミー変数のみである。

多くの国で静学的決定をしていることが分かる。ただし年次データを使用していることが反映されている可能性が高い。四半期データを使うと動学的決定が多くなるかも知れない。また概ね良好な結果を得ている。本稿には推計結果を載せていないが、需要要因も考慮した価格決定式は有効であることを付言しておきたい。

5.3.4 アクター W による賃金率決定

労働市場には、外部労働市場と内部労働市場の区別があることは知られている¹⁹。P.Doeringer and M.Piore(1971)は、最初に内部労働市場の重要性を主張したと言われる。本稿は、多国間多部門システムにおける、第 k 国の第 j 部門の労働需要や賃金率は、内部労働市場についての企業行動の結果と考える。したがって企業が賃金率を決定するとする²⁰。問題とするのは、企業内で働いている労働者を中心とした雇用、あるいは雇用調整であり、それらの労働者の賃金率である。

¹⁸ 1 期前の価格の有無の 2 つの方程式の選択は AIC を用いている。

¹⁹ フィリップス曲線の議論は、外部労働市場に焦点を当てている。本稿は企業内の内部労働市場を重視する。

²⁰ 部門間や国際間の労働移動は想定するが、陽表的にはモデルで記述しない。

賃金は労働者にとり生活費である²¹。したがって賃金率は、賃金率の固定水準（最低賃金率）や消費者物価の影響を受ける。これら2つの要因は、企業の追求する賃金率決定の目標に2次損失の形で盛り込まれる。

$$-\frac{1}{2}c_j^{kw1}(w_j^k - c_j^{kw2}p_c^k - \tilde{c}_j^{kw})^2 \quad (5.27)$$

\tilde{c}_j^{kw} : 第k国第j部門の賃金率の固定水準 p_c^k : 第k国の消費者物価

ただし消費者物価の定義は以下となる。

$$p_c^k = \sum_{l=1}^N \theta_l^{k,cp} p_l^k \quad (5.28)$$

$\bar{c}p_l^{k,H}$: 基準時の第l財の家計消費全体に占める割合

$$\theta_l^{k,cp} = \frac{\bar{c}p_l^{k,H}}{\bar{c}p^{k,HT}} \quad \bar{c}p^{k,HT} = \sum_{l=1}^N \bar{c}p_l^{k,H}$$

他の賃金率決定の要因は労働生産性で、これは以下でみるように利潤極大化から導かれる。したがって賃金率は、価格決定とは異なるアクターWの利潤関連の目標関数の最大化から決定する。

$$\max_{w_j^k} \tilde{\pi}_j^{k(w)} = \max_{w_j^k} \left\{ -\frac{1}{2}c_j^{kw1}(w_j^k - c_j^{kw2}p_c^k - \tilde{c}_j^{kw})^2 + \frac{1}{X_j^{k*}}(p_j^k X_j^{k(D)} - C_j^k) \right\} \quad (5.29)$$

ここでも利潤を生産の正常水準で割っている。さてアクターWは目標の最大化に当たり、アクターPへの影響を鑑み、憶測変動 $\partial p_j^k / \partial w_j^k = \lambda_j^k (\lambda_j^k \geq 0)$ をすると考える²³。両側対数の主観的需要関数 $\partial X_j^{k(D)} / \partial p_j^k = -\beta_j^{kw} (X_j^{k(D)} / p_j^k) (0 \leq \beta_j^{kw} \leq 1)$ を仮定する。

また $\partial X_j^{k*} / \partial w_j^k = 0$ とする。

$$\begin{aligned} \frac{\partial \tilde{\pi}_j^{k(w)}}{\partial w_j^k} &= -c_j^{kw1}(w_j^k - c_j^{kw2}p_c^k - \tilde{c}_j^{kw}) + \frac{1}{X_j^{k*}} \frac{\partial p_j^k}{\partial w_j^k} \left(X_j^{k(D)} + p_j^k \frac{\partial X_j^{k(D)}}{\partial p_j^k} \right) - \frac{1}{X_j^{k*}} \frac{\partial C_j^k}{\partial w_j^k} \\ &= -c_j^{kw1}(w_j^k - c_j^{kw2}p_c^k - \tilde{c}_j^{kw}) + \frac{\lambda_j^k}{X_j^{k*}} (X_j^{k(D)} - \beta_j^{kw} X_j^{k(D)}) - \frac{L_j^k}{X_j^{k*}} = 0 \end{aligned} \quad (5.30)$$

²¹ R.G.Lipsey(1960) は最初に賃金率決定の説明に生活費指標を持ち込んだ。

²² 消費者物価 p_c^k はその期待 $p_c^{k(e)}$ で置き換えてもよい。

²³ 条件 $\partial p_c^k / \partial p_j^k \approx 0$ が満たされると仮定する。

前と同様、 $X_j^{k*} = X_j^k$ とすると以下の賃金率決定を得る²⁴。

$$w_j^k = \left(\tilde{c}_j^{kw} + \frac{\lambda_j^k}{c_j^{kw1}} (1 - \beta_j^{kw}) \right) + c_j^{kw2} p_c^k - \frac{1}{c_j^{kw1}} \frac{1}{(X_j^k / L_j^k)} \quad (5.31)$$

以下に製造業の賃金率決定式の推計をかなり包括的に示す。

Table 7: 製造業賃金率決定式の推計

$$w_j^k = \left(\tilde{c}_j^{kw} + \frac{\lambda_j^k}{c_j^{kw1}} (1 - \beta_j^{kw}) \right) + c_j^{kw2} p_c^k - 1/c_j^{kw1} (X_j^k / L_j^k)$$

country	constant	p_c^k	$1/(X_j^k / L_j^k)$	$R(adj.)$
AUS	42.46939	39.33653	-8172.996	0.984123
AUT		44.34505	-1510.371	0.987658
BEL	12.33006	40.91571	-2941.908	0.986259
BRA		6.556129		0.900354
BRA	112.8273		-16584.01	0.927523
CAN	112.8273		-16584.01	0.927523
CYP		13.22611		0.797113
CZE		260.2769	-133404.2	0.977649
DEU		51.12173	-1806.796	0.982747
ESP	4.478117	16.69856		0.954631
FIN		41.93808	-1932.303	0.988589
FRA		47.54022	-2634.938	0.991667
GBR		40.54534	-1719.351	0.985426
GRC		13.67843		0.793732
IDN		6.413251	-120.2470	0.971016
ITA	1.797403	24.92825		0.990878
JPN	5469.319		-17345988	0.911783
LTU		22.18225	-859.3114	0.967565
LUX	43.00112	11.73674	-3138.963	0.878883
LVA		1.834740		0.925263
MLT	20.41376		-547.1541	0.939196
NLD		37.96813	-1207.947	0.994919
POL		16.55211		0.909568
RUS		18.00503	-787.6038	0.989022
SWE		406.5810	-172487.3	0.988370

²⁴ アクター W からアクター P への憶測変動がなくとも説明変数は同じである。

USA	31.60740	46.53065	-7841.654	0.992238
-----	----------	----------	-----------	----------

注 1: 統計的に有意でない

表の推定結果から言えることは、多くの国で労働生産性が統計的に有意であることから賃金率の決定は内部労働市場で決定し、外部労働市場の関与は希薄であることである²⁵。

5.3.5 アクター X とアクター INV による生産と在庫投資の決定

企業が生産と在庫を通して需給調整する行動を記述する。在庫のモデル分析には、ストック調整のマクロ分析と生産在庫のコストに纏わるミクロ分析がある。HMMS(1960)は最初にコスト分析を提示し、G.L.Childs(1967)は彼らを拡張、G.A.Hay(1970)や L.J.Maccini(1976,1984) はコストから利潤に拡張して生産在庫に加えて価格を内生しようとした。

本稿は、需給調整に需要の変動に、生産は時間が掛かることから在庫、特に意図せざる在庫で対処することを考える²⁶。在庫の研究の中では意図せざる在庫にはあまり関心が払われなかった²⁷。意図せざる在庫投資は、予測されない超過需要や予測されない売れ残りとして解釈される。(例えば M.Lovell(1961,1962)を参照)本稿は意図せざる在庫も企業の意思決定事項に含めるから、意図せざる在庫を確率的とみなさない。企業を離れたより高い分析者の立場に立って、意図せざる在庫を確率的とみなすのは構わない。

さて意図した在庫投資は正の値をとるだろうから、在庫投資の負の値は意図しない在庫の存在を裏付けている。WIOD データで製造業の製品在庫のサンプル期間中すべて正の値をとる国は、対象となる 40 ヶ国中で、4 ヶ国 (AUT, CHN, IND, MEX) のみである²⁸。したがって 4 ヶ国を除く他国は意図しない在庫を抱

²⁵ 仮に外部労働市場の要因である失業率が賃金率説明要因として有効であっても、外部労働市場は内部化され、失業率は雇用に反映され、また時間の経過後に生産にも反映されて、労働生産性が説明要因として有効になるので、失業率は労働生産性で代替されうるだろう。

²⁶ F.Modigliani(1957) は在庫を保有する 4 つの要因を述べている。a) 原材料を発注する時に大きなロットでおこなう、b) 生産変化をすることで発生するコストの観点から、生産を平均的にするために製品在庫を保有する、c) 将来価格の上昇を予想して価格投機の観点から製品在庫と原材料在庫を保有する、d) 需要の不確実性と生産に時間を要することからくる製品在庫の保有。

²⁷ 例外は、L.R.Klein(1950)の中の The Klein's III model であり、モデルは 12 本の行動方程式と 4 本の定義式からなる。意図せざる在庫は、在庫投資方程式の誤差とみなされる。

²⁸ 製品在庫、仕掛品在庫、原材料在庫の区別が必要である。多国間多部門シス

えていたと想像される（4ヶ国も意図しない在庫投資がないと断言できない）。生産には2種あることについては既に述べた。すなわち製造業とサービス業の区別、さらに製造業には見込生産と受注生産の区別である²⁹。製造業の生産の区別は重要で、受注生産は注文が来てから生産が開始されるのに対し、見込生産は需要予測に基づいて生産が行われる³⁰。サービス業は、製品在庫ができないので必然的に受注生産となる。WIOD データでは、製造業の製品在庫は非ゼロである。在庫の問題は製造業の見込生産に関与する。サービス業では在庫がないから問題とならない。

多部門経済での需給ギャップを調整する方式について述べる。価格は前にみたように利潤極大化行動をするから需給ギャップを調整機能は期待できない。したがって需給ギャップを埋めるのは生産と在庫の行動に掛かっている。まず最初に企業は販売に見合った意図した在庫を積み上げることをする。一方で、企業は突然の需要変化には、生産と協力しながら意図しない在庫で対処しようとする。在庫を持ちえないサービス部門では生産のみがこの役割を担う。

a)意図した製品在庫投資

最終製品の在庫投資のモデルは2つの著作 M.Lovell(1961,1962) で明確に述べている。それは4つの仮定から成り立つ。すなわち均衡あるいは望ましい在庫、意図した在庫投資と実際の在庫投資、需要予測である。

Assumption L1: 均衡ないし望ましい在庫 H^e

$$H^e = \alpha_0 + \alpha_1 \hat{X}^D \quad X^D: \text{出荷 shipment} \quad (5.32)$$

Assumption L2: 意図した在庫投資 inv^p

$$inv^p = \beta(H^e - H_{-1}) \quad (5.33)$$

Assumption L3: 実際の在庫投資 inv

意図した在庫投資と意図しない在庫投資は明確に区別され、在庫投資 = 意図した在庫投資 + 意図しない在庫投資となる。

$$inv = inv^p + inv^{np} = inv^p + \gamma(\hat{X}^D - X^D) \quad (5.34)$$

テムの第 k 国第 j 部門からの最終製品在庫投資は inv_j^{kk} 、第 k 国第 j 部門から第 h

国への原材料在庫は $inv_j^{kh} (h \neq k)$ となる。仕掛品在庫は無視される。

²⁹ 受注生産の典型例は、航空機産業や重工業にみられ、長い生産期間とそれが仕掛品在庫に反映される。

³⁰ 卸売業は例外的で、製造業依存型サービス業は、製造業から送られる原材料在庫を抱える。

Assumption L4: 需要予測 \hat{X}^D

$$\hat{X}^D = \rho X_{-1}^D + (1 - \rho) X^D \quad (5.35)$$

本稿は多国間多部門システムの第 k 国第 j 部門を扱う。第 k 国第 j 部門の財の流れの中で在庫投資以外の需要構成は以下となる。

$$X_j^{kD0} = \sum_{i=1}^N \sum_{h=1}^K x_{ji}^{kh} + \sum_{h=1}^K cph_j^{kh} + \sum_{h=1}^K cpn_j^{kh} + \sum_{h=1}^K cg_j^{kh} + \sum_{h=1}^K if_j^{kh} \quad (5.36)$$

x_{ji}^{kh} : 第 h 国第 i 部門の生産に投入される第 k 国第 j 部門製品

cph_j^{kh} : 第 h 国家計の第 k 国第 j 部門製品消費

cpn_j^{kh} : 第 h 国非家計の第 k 国第 j 部門製品消費

cg_j^{kh} : 第 h 国政府の第 k 国第 j 製品消費

if_j^{kh} : 第 h 国の第 k 国第 j 製品の固定投資

多国間多部門システムのデータには通常、在庫ストックのデータが存在しないので、M.Lovell(1961,1962)の展開と異なる定式化をとる。年次データを使用することから、M.Lovell のようなストック調整原理は働かず、望ましい在庫がそのまま実現するとみる。第 k 国第 j 部門の意図した製品在庫投資 inv_j^{kcp} は以下とする。

$$inv_j^{kcp} = c_j^{kk0} + c_j^{kk2} X_j^{kD0} \quad (5.37)$$

ここで在庫の運転資金需要には銀行貸出が影響を与える可能性がある。この場合、 $c_j^{kk0} = c_j^{kk3} - c_j^{kk4} r_s^k$ (r_s^k : 短期金利)となる。また価格投機がある場合には

$$c_j^{kk0} = c_j^{kk3} + c_j^{kk4} p_j^{k(e)} \quad (p_j^{k(e)}: \text{期待価格}) \text{である。}$$

さてここで注意点として、 inv_j^{kh} は第 k 国第 j 部門から第 h 国への原材料在庫となるべき流れであるが、当面外生変数とする。当該国である第 k 国への第 h 国からの原材料在庫 inv_i^{hk} ($h \neq k$) も同様である。

b)生産と製品在庫投資の決定

アクター X は市場を観察し、生産 X_j^{kS} と需要 X_j^{kD0} をみながら、最終的に $X_j^{kS} = X_j^{kD}$

が確保されるようアクター INV と協力する³¹。したがって需給調整は企業的意思決定の結果保証されるものであり、価格の変動によってなされるのではない。価格は前にみたように利潤極大化による決定される。

生産を需要に合わすにはコストが掛かる。HMMS(1960)はこれについて最初に論じた。彼らは短期の意思決定について論じたので資本の調整については無視した。①最初は雇用調整で、ある水準の生産下で雇用を増減する。通常の人件費に加えて、新規雇用や解雇には別なコストが掛かる。②2番目は生産水準の変更でオーバータイムは生産水準を上げること、アイドルタイムは下げることである。それに伴い追加的コストが発生する。オーバータイムコストとバックログコストである。③3番目は在庫コストである。通常以上の在庫には過大なコストが掛かる。彼らの推計は通常の人件費が高い割合を示し、意外と高かったのが在庫費用であった³²。本稿は、彼らにしたいが意図しない在庫についてのコストは2次損失を想定し、他のコストにはコスト関数を当てる³³。アクター INV は利潤極大化を行動規準とするが、在庫ストックではなく在庫投資を追加的に考慮する。

$$\tilde{\pi}_j^{k(INV)} = -\frac{1}{2}c_j^{kk1} (inv_j^{kk} - inv_j^{kkp}) + \frac{1}{p_j^{k*}} (p_j^k X_j^{kD} - C_j^k) \quad (5.38)$$

p_j^{k*} : 価格の正常水準

ケース 1 : $\partial X_j^{kS} / \partial inv_j^{kk} = 0$

仮定 $\partial X_j^{kS} / \partial inv_j^{kk} = \partial p_j^k / \partial inv_j^{kk} = \partial p_j^{k*} / \partial inv_j^{kk} = 0$ の下で、アクター INV は、上の利潤関連

目標 $\tilde{\pi}_j^{k(INV)}$ を在庫投資 inv_j^{kk} について最大化する³⁴。

³¹ 需給均衡は、 $X_j^{kS} = X_j^{kD0} + inv_j^{kk} + \sum_{h \neq k} inv_j^{kh}$ と表現される。

³² HMMS(1960)の頁 24 を参照。彼らは通常の人件費 643.1 が圧倒し、新規雇用や解雇費用は 8.2 と見積もる。生産のオーバータイムコスト 42.0、バックログコスト 166.9 とし、在庫は追加的に 139.8 がかかると推論した。

³³ HMMS(1960)以降でも、G.L.Childs(1967)や G.A.Hay(1970) は在庫に2次損失を想定している。

³⁴ もしも inv_j^{kk} を確率変数とみなせば、確定微分でなく確率微分をしなければならないが、アクターはそのような認識をしていないので確定微分を使う。アクターが確率的とみなすならば、別の考慮が必要である。

$$\frac{\partial \tilde{\pi}_j^{k(INV)}}{\partial inv_j^{kk}} = -c_j^{kk1} (inv_j^{kk} - inv_j^{kcp}) + \frac{p_j^k}{p_j^{k*}} = 0 \quad (5.39)$$

最適化の 1 次条件は最適在庫投資を決定する。実際の在庫投資との乖離は、 $p_j^{k*} = p_j^k$ において、意図しない在庫投資を付加して以下となる。

$$inv_j^{kk} = inv_j^{kcp} + \frac{1}{c_j^{kk1}} + inv_j^{kku} = \left(c_j^{kk0} + \frac{1}{c_j^{kk1}} \right) + c_j^{kk2} X_j^{kD0} + inv_j^{kku}. \quad (5.40)$$

アクター INV は出荷 X_j^{kD0} を監視しながら、瞬時に在庫か生産で出荷に対処するかを決定する³⁵。こうしたアクター INV の通常以外で例外的な需要変動から、結果として意図しない在庫投資を導く。在庫の変動への即時的対応は、F.Modighiani(1957)の在庫保有の第 4 の要因をなす。さて他方、アクター X の生産についての意志決定は、最終的な需給調整の役割を果たす。すなわち、

$$\begin{aligned} X_j^{kS} &= X_j^{kD} = X_j^{kD0} + inv_j^{kk} + \sum_{h \neq k} inv_j^{kh} \\ &= X_j^{kD0} + \sum_{h \neq k} inv_j^{kh} + \left(\left(c_j^{kk0} + \frac{1}{c_j^{kk1}} \right) + c_j^{kk2} X_j^{kD0} + inv_j^{kku} \right) \end{aligned} \quad (5.41)$$

となる。したがって X_j^{kS} の分散は X_j^{kD0} の分散より大きいと言われることと符合する。なお多くの在庫をもたないサービス業では、生産のみが需給調整の役割を担っている。(5.40)と(5.41)は本来同じパラメータと同じ誤差を共有しているので、本来システム推定をすべきである。

ケース 2: $\partial X_j^{kS} / \partial inv_j^{kk} = \lambda_j^{kIX} \neq 0$

このケースは、アクター INV がアクター X に対して憶測変動を抱く場合であり、利潤とさらに深く結び付く。在庫の 2 次損失が利潤と結び付くことに意味がある。もし $\lambda_j^{kIX} > 0$ ならば、アクター INV は意図した在庫投資の増加が生産の増加

³⁵ 実際には企業の SCM(Supply Chain Management)が担う。日本ではドイツの SAP が流布している。近年、SCM と ALM(Asset Liability Management)は統合されてきている。それは SCM が損益計算を通して財務諸表に統合されることを意味する。

を憶測変動する。しかし他方、もし $\lambda_j^{kIX} < 0$ ならば、アクター INV は売れ残りから生ずるであろう意図しない在庫投資の増加は、生産の減少を憶測変動する。

$$\begin{aligned} \frac{\partial \tilde{\pi}_j^{k(INV)}}{\partial inv_j^{kk}} &= -c_j^{kk1} (inv_j^{kk} - inv_j^{kcp}) + \frac{1}{p_j^{k*}} \left(p_j^k \frac{\partial X_j^{kD}}{\partial inv_j^{kk}} - \frac{\partial C_j^k}{\partial X_j^{kS}} \frac{\partial X_j^{kS}}{\partial inv_j^{kk}} \right) \\ &= -c_j^{kk1} (inv_j^{kk} - inv_j^{kcp}) + \frac{1}{p_j^{k*}} \left(p_j^k \frac{\partial X_j^{kD}}{\partial X_j^{kS}} \frac{\partial X_j^{kS}}{\partial inv_j^{kk}} - \lambda_j^{kIX} \frac{\partial C_j^k}{\partial X_j^{kS}} \right) \\ &= -c_j^{kk1} (inv_j^{kk} - inv_j^{kcp}) + \frac{\lambda_j^{kIX}}{p_j^{k*}} \left(p_j^k \frac{\partial X_j^{kS}}{\partial inv_j^{kk}} - \frac{\partial C_j^k}{\partial X_j^{kS}} \right) \end{aligned}$$

ここで $\frac{\partial X_j^{kD}}{\partial X_j^{kS}} = 1$ として

$$= -c_j^{kk1} (inv_j^{kk} - inv_j^{kcp}) + \lambda_j^{kIX} \left(\frac{p_j^k}{p_j^{k*}} - \frac{\partial MC_j^k}{p_j^{k*}} \right) \quad (5.42)$$

ここで $p_j^{k*} = p_j^k$ として

$$inv_j^{kk} = inv_j^{kcp} + \frac{\lambda_j^{kIX}}{c_j^{kk1}} \left(1 - \frac{MC_j^k}{p_j^k} \right) + inv_j^{kku} = inv_j^{kcp} + \frac{\lambda_j^{kIX}}{c_j^{kk1}} \left(1 - \frac{AC_j^k}{p_j^k SE_j^k} \right) + inv_j^{kku} \quad (5.43)$$

(5.43)の意味するところは、 $p_j^k > MC_j^k$ であろうから在庫投資の増加が $(1 - MC_j^k / p_j^k)$ の増加から喚起されることである。つまり価格と限界コストが近く競争が激しいほど、商品の捌けがよく、在庫投資は少なくなる。生産の意志決定は、(5.43)を生産式に代入する。

$$\begin{aligned} X_j^{kS} &= X_j^{kD} = X_j^{kD0} + inv_j^{kk} + \sum_{h \neq k} inv_j^{kh} \\ &= X_j^{kD0} + \sum_{h \neq k} inv_j^{kh} + \left(inv_j^{kcp} + \frac{\lambda_j^{kIX}}{c_j^{kk1}} \left(1 - \frac{MC_j^k}{p_j^k} \right) + inv_j^{kku} \right) \end{aligned}$$

$$= \sum_{h \neq k} inv_j^{kh} + c_j^{kk0} + (1 + c_j^{kk2}) X_j^{kD0} + \frac{\lambda_j^{kIX}}{c_j^{kh1}} \left(1 - \frac{MC_j^k}{p_j^k} \right) + inv_j^{kku}. \quad (5.44)$$

ちなみに憶測変動の正負の符号は 実際の符号と整合している。先と同様に、(5.43)と(5.44)はシステム推定が要請される。

参考までに、主要国の製造業の生産決定の推定を示す。推計に付された 2 本の生産決定式は、(5.41)と(5.44)である。意図しない在庫投資が観測可能でないので、回帰分析の式の残差とした。

表 8: 主要国製造業生産方程式の推定

$$\text{Static 1 : } X_j^{kS} = X_j^{kD0} + \sum_{h \neq k} inv_j^{kh} + \left(c_j^{kk0} + (1/c_j^{kk1}) \right) + c_j^{kk2} X_j^{kD0}$$

$$\text{Static 2 : } X_j^{kS} = \sum_{h \neq k} inv_j^{kh} + c_j^{kk0} + (1 + c_j^{kk2}) X_j^{kD0} + \left(\lambda_j^{kIX} / c_j^{kh1} \right) \left(1 - MC_j^k / p_j^k \right)$$

Equations	Country
Static 1	CHN,FRA,GBR,IND,JPN,KOR,RUS
Static 2	TUR

5.3.6 5つのアクターの行動仮説一覧

最後に5つのアクターによる行動結果として寡占企業の総体的供給行動が導かれる。行動仮説の展開がやや煩雑化しているので、最後に、行動を導くために前提事項と帰結をまとめておこう。各アクターの憶測変動の有無、主観的需要関数の在り方、目標となる目的関数の在り方、またその結果としての帰結を表に一覧する。

表 9: 行動仮説の総括表

	憶測変動	主観的需要	目的関数	説明変数
価格 1 (5.25)	なし	両側対数	2次損失+利潤	MC 静学=動学の特例ケース
価格 2 (5.25)	なし	両側対数	変化の2次損失+利潤	p(-1),MC 動学 cost_push
価格 3 (5.26)	なし	片側対数	変化の2次損失+利潤	p(-1),(-1/X),(MC/X) 動学 demand_pull+cost_push
賃金率 1 (5.31)	なし	両側対数	2次損失+利潤	最低賃金率,pc,(X/L)
賃金率 2 (5.31)	憶測変動(W=>P)	両側対数	2次損失+利潤	最低賃金率,pc,(X/L)
在庫 1 (5.40)	なし	なし	2次損失+利潤	需要
在庫 2 (5.43)	憶測変動(INV=>X)	なし	2次損失+利潤	需要,(1-MC/p) ³⁶
生産 1 (5.41)	なし	なし	需給均衡式	需要
生産 2 (5.44)	なし	なし	需給均衡式	需要,(1-MC/p) ³⁶

³⁶ 生産の決定式に、限界コストが入るのは特筆すべき事柄である。

価格は3つあり、価格1と価格2はコストプッシュ型で専らコストのみから価格が決まる。価格2は動学要素が入り、1期前の価格が影響する。価格3はコスト要因に加えて、需要要因も付加されて、コストプッシュとデマンドプル型価格決定となり、実証的にも有効な定式化となる。賃金率は2つあり、何れも最低賃金率、消費者物価、労働生産性が説明要因となるが、前提が異なる。在庫と生産はペアで考えるが、定式化1が最も単純なものだが有効である。定式化2は限界コストと価格の乖離が説明変数となるような興味深い定式化ではあるが、あまり有効ではない。最後に注意点として、価格と賃金率については独立に定立できるが、在庫と生産はそれぞれの番号がペアとして対応している。

6. 総括

多国間多部門システムのモデル化にとり必要なことを述べた。全体は膨大なシステムであり、本稿は全体を動かすに至っていない。また各国通貨表示に関連して外国為替市場、各国の金融システム等、外部から接続しなければならないモデル要素は幾つかあるが、それについては他の機会に譲りたい。

参考文献

- 01) Berndt, E. and M.S. Kahled, 1979, "Parametric Productivity Measurement and Choice among Flexible Functional Forms", *Journal of Political Economy*, Vol.87, pp.1220-1245.
- 02) Childs, G.L., 1967, *Unfilled Orders and Inventories*, North Holland Publishing Company.
- 03) Chow, G.C., 1973, "Problem of Economic Policy from the Viewpoint of Optimal Control", *The American Economic Review*, Vol.63, No.5, pp.825-837.
- 04) Christensen, L.R., D.W. Jorgenson and L.J. Lau, 1973, "Transcendental Logarithmic Production Function. *Review of Economics and Statistics*", Vol.55, No.1, pp.28-45.
- 05) Deaton, A.S. and J. Muellbauer, 1980, "An Almost Ideal Demand System", *The American Economic Review*, Vol.70, pp.312-326.
- 06) Diewert, W. E., T. J. Wales, 1987, "Flexible Functional Forms and Global Curvature Conditions", *Econometrica*, Vol.55, No.1, pp.43-68.
- 07) Diewert, W.E. and K.J. Fox, 2004, *On the Estimation of Returns to Scale, Technical Progress and Monopolistic Markup*. Discussion Paper No.04-09, Department of Economics, University of British Columbia.
- 08) Diewert, W.E. and K.J. Fox, 2008, *On the Estimation of Returns to Scale, Technical Progress and Monopolistic Markups*", *Journal of Econometrics*, 145(1-2), pp.174-193.
- 09) Doeringer, P. and M. Piore, 1971, *Internal Labor Markets and Manpower Analysis*.

Lexington,Mass.D.C. Heath and Company.

- 10)Fuss,M.,1977,"The Structure of Technology Over Time " *Econometrica*,Vol.45,pp.1797-1822.
- 11)Hay,G.A.,1970," Production, Price and Inventory, " *The American Economic Review*,Vol.60,No.4,pp.531-545.
- 12)Holt,C.H.,F.Modighiani,J.F.Muth and H.A.Simon,1960,Planning Production,Inventories, and Work Force,Prentice-Hall,Inc.
- 13)Isard,W.,1951,"Interregional and Regional Input-Output Analysis: A Model of a Space-Economy", *The Review of Economics and Statistics*,Vol. 33,No.4,pp.318-328.
- 14)木下宗七等,1982,日本をめぐる国際的産業・貿易構造分析のための産業・貿易モデルの開発と応用,経済企画庁経済研究所。
- 15)Klein,L.R.,1950,*Economic Fluctuations in the United States 1921-1941*,John Wiley and Sons,Inc.
- 16)小坂弘行,1994,*グローバルシステムのモデル分析*,有斐閣。
- 17)小坂弘行,2016,*EViews による国際 CGE モデリング*,SFC-DP 2016-003
- 18)W.Leontief and F.Duchin,1983,*Military Spending:Facts and Figures, Worldwide Implications, and Future Outlook*,Oxford University Press.
- 19)Linnemann,H.,(edi.),1979,*Moirra:Model of International Relations in Agriculture*,North-Holland.
- 20)Lipsey,R.G.,1960,"The Relation between Unemployment and the Rate of Change of Money Wage Rates of the United Kingdom, 1862-1957: A Further Analysis", *Economica*,pp.1-31.
- 21)Maccini,L.J.,1976,"An Aggregate Dynamic Model of Short-Run Price and Output Behavior," *The Quarterly Journal of Economics*, Vol.XC,No.2,pp177-196.
- 22)Maccini,L.J.,1984,"The Interrelationship Between Price and Output Decisions and Investment Decisions," *Journal of Monetary Economics*,Vol.13,pp41-65.
- 23)Mankiw,N.G.,1985,"Small Menu Costs and Large Business Cycles:A Macroeconomic Model of Monopoly", *The Quarterly Journal of Economics*,Vol.100,pp.529-538.
- 24)Modighiani,F.,1957,*Business Reasons for Holding Inventories and Their Macroeconomic Implications*,*Studies of Income and Wealth*,Vol.19.
- 25)Mongelli,I., F.Neuwahl and J.M.Rueda-Cantuche,2010,"Integrating a Household Demand System in the Input-Output Framework", *Economic Systems Research*,Vol.22,No.3,pp.201-222.
- 26)Morrison,C. ,1988,"Quasi-fixed Inputs in the U.S. and Japanese Manufacturing: a Generalized Leontief Restricted Cost Function Approach", *The Review of Economics*

and Statistics, Vol.70,No.2,pp.275-287.

27) Nakamura, S., 1990, "A Non-homothetic Generalized Leontief Cost Function Based on Pooled Data", The Review of Economics and Statistics Vol.72, No.4, pp.649-656

28) Nakamura, S., 2001, "A Non-homothetic Globally Concave Flexible Cost Function and its Application to Panel Data," The Japanese Economic Review, Vol.52, No.2, pp.208-223.

29) 中野諭, 2007, OECD 産業連関表の活用, 産業連関, 第 15 巻第 3 号, 12-21 頁。

30) Negishi, T., 1961, "Monopolistic Competition and General Equilibrium", The Review of Economic Studies, Vol.28, No.3, pp.196-201.

31) D.E. Nyhus, 1991, "The INFORUM International System," Economic System Research, Vol.3, No.1, pp.55-64.

32) 大賀圭治, 1998, 2020 年世界食料需給予測, 農山漁村文化協会.

33) Pindyck, R.S and J.J. Rotemberg, 1983, "Dynamic Factor Demands and the Effects of Energy Price Shocks", The American Economic Review, Vol.73, No.5, pp.1066-1079.

34) Shishido, S. and O. Nakamura, 1992, "Induced Technical Progress and Structural Adjustment: A Multi-Sectoral Model Approach to Japan's Growth Alternatives", The Journal of Applied Input Output Analysis, Vol.1, No.1, pp.1-23.

35) K. Uno (ed.), 2002, Economy-Energy-Environment Simulation Beyond the Kyoto Protocol, Kluwer Academic Publishers.

36) 良永康平, 2007, EU 諸国産業連関表の標準化と国際産業連関表の作成, 産業連関, 第 15 巻第 1 号, 46-59 頁。

37) 山野紀彦, 2007 年, OECD 産業連関表の作成, 第 15 巻第 3 号, 3-11 頁。

38) 横山長之, 1991, 地球環境シミュレーション, 白亜書房。

補論 1 : WIOD の国と部門

40 ヶ国の詳細 (Country Code)

Code	Country
AUS	Republic of Austria
AUT	Commonwealth of Australia
BEL	Kingdom of Belgium
BGR	Republic of Bulgaria
BRA	Federative Republic of Brazil
CAN	Canada
CHN	People's Republic of China
CYP	Republic of Cyprus
CZE	Czech Republic
DEU	Federal Republic of Germany

DNK	Kingdom of Denmark
ESP	Kingdom of Spain
EST	Republic of Estonia
FIN	Republic of Finland
FRA	French Republic
GBR	The United Kingdom of Great Britain and Northern Ireland
GRC	Hellenic Republic(Greece)
HUN	Republic of Hungary
IDN	Republic of Indonesia
IND	Republic of India
IRL	Ireland
ITA	Republic of Italy
JPN	Japan
KOR	Republic of Korea
LTU	Republic of Lithuania
LUX	Grand Duchy of Luxembourg
LVA	Republic of Latvia
MEX	United Mexican States
MLT	Republic of Malta
NLD	Kingdom of the Netherlands
POL	Republic of Poland
PRT	Portuguese Republic
ROM	Romania
RUS	Russian Federation
SVK	Slovak Republic
SVN	Republic of Slovenia
SWE	Kingdom of Sweden
TUR	Republic of Turkey
TWN	Republic of China
USA	United States of America

部門統合

Category	Classification
1	Agriculture, forestry, fishery and mining(sector1~sector2)
2	Manufacturing(sector3~sector16)
3	Electricity, Gas and Water Supply(sector17)
4	Construction(sector18)

5	Services(sector19~sector36)
---	-----------------------------

36 部門の詳細と、本稿で実証分析に付している 5 部門への統合は以下のようである。なお 5 部門への統合は筆者が行った。

①農林水産 c1

01=Agriculture, Hunting, Forestry and Fishing

02=Mining and Quarrying

②製造業 c2

03=Food, Beverages and Tobacco

04=Textiles and Textile Products

05=Leather, Leather and Footwear

06=Wood and Products of Wood and Cork

07=Pulp, Paper, Paper , Printing and Publishing

08=Coke, Refined Petroleum and Nuclear Fuel

09=Chemicals and Chemical Products

10=Rubber and Plastics

11=Other Non-Metallic Mineral

12=Basic Metals and Fabricated Metal

13=Machinery, Nec

14=Electrical and Optical Equipment

15=Transport Equipment

16=Manufacturing, Nec; Recycling

③utility c3

17=Electricity, Gas and Water Supply

④建設 c4

18=Construction

⑤サービス c5

19=Sale, Maintenance and Repair of Motor Vehicles and Motorcycles; Retail Sale of Fuel

20=Wholesale Trade and Commission Trade, Except of Motor Vehicles and Motorcycles

21=Retail Trade, Except of Motor Vehicles and Motorcycles; Repair of Household Goods

22=Hotels and Restaurants

23=Inland Transport

24=Water Transport

25=Air Transport

26=Other Supporting and Auxiliary Transport Activities; Activities of Travel Agencies
 27=Post and Telecommunications
 28=Financial Intermediation
 29=Real Estate Activities
 30=Renting of M&Eq and Other Business Activities
 31=Public Admin and Defence; Compulsory Social Security
 32=Education
 33=Health and Social Work
 34=Other Community, Social and Personal Services
 36=Private Households with Employed Persons
 第2の製造業と第5のサービス業への統合数が多い。

補論 2 : システム推定の EViews プログラム

財別需要のシステム推定のEViewsのプログラムを記す。EViewsのプルダウンメニューのObjectからNew Objectを選択し、幾つかあるObject項目の中からSystemを選ぶ。空欄が出てくるので、下のプログラムを入れる。6本の方程式があり共通したパラメータが表れるので、システム推定が必要となる。c(7)~c(12)が $\beta 1 \sim \beta 6$ に対応し、c(1)~c(6)が $\gamma 1 \sim \gamma 6$ に対応している。入力後に、estimateを押せば推定をしてくれる。推定法の詳細は省略。

' LESのシステム推定

' goods1

cph_jpn_c1=c(1)+c(7)*(wage_jpn-c(1)*p_jpn_c1-c(2)*p_jpn_c2-c(3)*p_jpn_c3-c(4)*p_jpn_c4-c(5)*p_jpn_c5-c(6)*pc_jpn)

' goods2

cph_jpn_c2=c(2)+c(8)*(wage_jpn-c(1)*p_jpn_c1-c(2)*p_jpn_c2-c(3)*p_jpn_c3-c(4)*p_jpn_c4-c(5)*p_jpn_c5-c(6)*pc_jpn)

' goods3

cph_jpn_c3=c(3)+c(9)*(wage_jpn-c(1)*p_jpn_c1-c(2)*p_jpn_c2-c(3)*p_jpn_c3-c(4)*p_jpn_c4-c(5)*p_jpn_c5-c(6)*pc_jpn)

' goods4

cph_jpn_c4=c(4)+c(10)*(wage_jpn-c(1)*p_jpn_c1-c(2)*p_jpn_c2-c(3)*p_jpn_c3-c(4)*p_jpn_c4-c(5)*p_jpn_c5-c(6)*pc_jpn)

' goods5

cph_jpn_c5=c(5)+c(11)*(wage_jpn-c(1)*p_jpn_c1-c(2)*p_jpn_c2-c(3)*p_jpn_c3-c(4)*p_jpn_c4-c(5)*p_jpn_c5-c(6)*pc_jpn)

' goods6

savingd_jpn=c(6)+c(12)*(wage_jpn-c(1)*p_jpn_c1-c(2)*p_jpn_c2-c(3)*p_jpn_c3-c(4)*
p_jpn_c4-c(5)*p_jpn_c5-c(6)*pc_jpn)

補論 3: W.E.Diewert&T.J.Wales's の多国間多部門の一般化レオンチェフ・コスト関数

W.E.Diewert and T.J.Wales(1987) は、国内の多部門システムの一般化レオンチェフ・コスト関数を提示した。

$$C(p, y, t) = \sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^N b_{ij} \sqrt{p_i} \sqrt{p_j} y + \sum_{i=1}^N b_i p_i + \sum_{i=1}^N b_{it} p_i t y \\ + b_t \left(\sum_{i=1}^N \alpha_i p_i \right) t + b_{yy} \left(\sum_{i=1}^N \beta_i p_i \right) y^2 + b_{tt} \left(\sum_{i=1}^N \gamma_i p_i \right) t^2 y \quad (\text{A2.1})$$

p_i : 第 i 投入の価格 y : 生産 t : 時間トレンド

ここで 2 次型式の部分のみを取り上げ、他は無視する。

$$C(p, y, t) = \sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^N b_{ij} \sqrt{p_i} \sqrt{p_j} y + \sum_{i=1}^N b_{it} p_i t y + b_{yy} \left(\sum_{i=1}^N \beta_i p_i \right) y^2 \quad (\text{A2.2})$$

S.Shishido and O.Nakamura(1992)は、技術進歩を区別した。最初はヒックス中立な技術進歩で時間で表現される。2 番目は、ある特定部門の価格変化が他部門の需要に変化するもので、ストーンの RAS で表現される。注意すべきは 3 番目で、90 年代以降に起こったメガ競争に由来する価格競争が当該部門の価格低下を通して全ての部門の需要に影響するものである。それを表現するため、当該価格の期待 p_j^e をコスト関数に導入する。S.Shishido and O.Nakamura(1992)は、これによりプロセス・イノベーションを表現した。

$$C(p, y, t) = \sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^N b_{ij} \sqrt{p_i} \sqrt{p_j} y + \sum_{i=1}^N b_{it} p_i t y + \sum_{i=1}^N b_{ip} p_i^e p_i y + b_{yy} \left(\sum_{i=1}^N \beta_i p_i \right) y^2 \quad (\text{A2.3})$$

国内コスト関数(A2.3)は、多国間多部門モデルでは以下のように表現される。

$$C_j^k = \sum_{h1=1}^K \sum_{h2=1}^K \sum_{i1=1}^{N+2} \sum_{i2=1}^{N+2} b_{i1, i2, j}^{h1, h2, k} \sqrt{p_{i1}^{h1, k}} \sqrt{p_{i2}^{h2, k}} X_j^{kS} \quad (\text{A2.4})$$

$$+ \sum_{h=1}^K \sum_{i=1}^{N+2} b_{it}^{hk} p_i^{hk} t X_j^{kS} + \sum_{h=1}^K \sum_{i=1}^{N+2} b_{ip}^{hk} p_i^{hk(e)} p_i^{hk} X_j^{kS} + b_{XX} \left(\sum_{h=1}^K \sum_{i=1}^{N+2} \beta_i^{hk} p_i^{hk} \right) (X_j^{kS})$$

ここで、(N+1) は労働、(N+2)は資本を表現している。対応する要素需要のシ

ェア型は以下となる。

$$\frac{x_{ij}^{hk}}{X_j^k} = \sum_{h1=1}^K \sum_{i1=1}^{N+2} b_{i1, j}^{h1, k} \sqrt{\frac{p_{i1}^{h1, k}}{p_i^{hk}}} + b_{XX} \beta_i^{hk} X_j^k + b_{it}^{hk} t + b_{ip}^{hk} p_i^e \quad (\text{A2.5})$$

異種財の相対価格を無視すれば、(A2.5)はさらに簡略化される。

$$\frac{x_{ij}^{hk}}{X_j^k} = \sum_{h1=1}^K b_{i1, j}^{h1, k} \sqrt{\frac{p_i^{h1, k}}{p_i^{hk}}} + b_{XX} \beta_i^{hk} X_j^k + b_{it}^{hk} t + b_{ip}^{hk} p_i^e \quad (\text{A2.6})$$