

リカードモデルと産業連関表との接合

いわき明星大学 科学技術学部 江尻陽三郎

Combination of Ricardian model and input-output table

Yozaburo Ejiri

College of Science and Engineering, Iwaki Meisei University

1. はじめに

我が国の近年の農業，林業の自給率はそれぞれ 40%および 20%程度と極めて低い状態にある。筆者は，この現状を根底において規定している貿易原理のうちの相当部分はリカードモデルによって説明し得るのではないかと考えている。しかし，農林業は水資源を涵養する，伝統的な集落を維持する，等の公益的機能(外部経済効果)を提供している。筆者は，農林業の有するこれらの公益的機能がどの程度に評価されるならば貿易原理が示唆する貿易の均衡点は，我が国の農林業の自給率を高める方向にシフトするのか，実証的に検証することを試みている。当然のことながら，この検証のためには中間財を含む多数国多数財貿易モデルが不可欠である。しかし，リカードモデルを中間財を含む多数国多数財貿易モデルに同時拡張し実際の産業連関表と有機的に接合した研究例は，筆者の知る限りでは極めて限られている ( <sup>15), 16), 17), 19) )。</sup>

本研究は，生産可能領域に因んだ“最終需要可能領域”なる概念を導入することにより，また，世界市場における各財の需給均衡条件については，各財の国内最需要額を当該国の GDP に線形依存すると仮定することにより，リカードモデルの線形計画問題化を図り，上記の同時拡張を試みたものである。

その際，各国の厚生水準に関しては，実証分析が困難な無差別曲線の代わりに，効用水準の不可測性を前提とした独自の基準を設定し，この基準のもとに世界全体の GDP の最大化，等を企図した。

2. リカードモデルについて

2.1 リカードモデルの基本概念

表 1 はリカードモデルの基本概念を確認するためのものである。国としては日本と米国，財 (部門) としては麦 (農業) と布 (工業) を想定した。同表(1)，(2)はそれぞれ当初の生産額および配分労働力を示したものである。同表(3)はこれらの値より得られる労働生産性を示したものである。同表(4)は，当該欄に示すような特化による世界生産量の利得を表わしたものである。図 1 は表 1 を図解したものである。日本，米国，世界の生産可能領域は，同図(1)，(2)の太線および同図(3)の平行四辺形領域で表わされる。

いまもし，日本が生産点(0, 75)に特化し，米国が生産点(100, 0)に特化すれば，いずれの財の世界生産量も増加する。さらに特化後に適度な交易を行うことにより，いずれの国においても，いずれの財についても現在よりも高い消費が可能となる。

表 1 は，各財に固有の物量単位を用いたものであるが，物量単位としてドル価値単位 (すなわち 1 ドルで購入し得る当該財の物量単位) を採用しているとするならば，表の数値は物量単位による値を表わすと同時にそのまま金額単位による値をも表わすと解釈することができる (<sup>14</sup>)。このドル価値単位を用いた場合は勿論，いずれの財の価格も 1 (\$/ドル価値単位)となる。また今の場合中間財を考慮に入れていないから，GDP=各財の

生産額の合計、であり、同図(3)における“等 GDP 線”は $-45^\circ$ の傾きを有する直線群となり、世界全体の GDP 総額を最大化する点は、この直線群と世界の生産可能領域とが接する点、すなわち(200,75)となる。勿論このときの日本、米国の特化点は、それぞれ(0, 75)および(100, 0)である。

さらに各国の厚生水準に関して、以下のような条件設定を行った。

1) いずれの国においても、特化により現時点の国内消費量を下回らざるを得ない財が1つでも出現するならば、そのような特化は当該国においては決して受容されない。

2) 1) の条件が満たされた上で、さらに1つ以上の財の国内消費量が現時点のそれを上回るならば、いずれの国においても厚生水準は改善したとみなされ、そのような特化は当該国において歓迎・推進される。

以上の条件設定は、本研究のような線形性を前提とした第一近似の分析においては、実証分析が困難な無差別曲線よりも遙かに有意の結論を導き出せる筈である、との筆者の判断による。

さて、以上の条件下では、日本の消費可能領域は図1(1)の現在の生産点(35, 22.5)の右上方の半矩形領域となる。米国についても同様である。この場合、日本および米国がそれぞれ生産点(0, 75)および(100, 0)に特化し、そののちに適度な交易を行うならば、現在よりも厚生水準を改善することができる。ただし、日本の消費可能領域は米国の消費可能領域による制約のため、また、米国の消費可能領域は日本の消費可能領域による制約のため、それぞれさらに、同図(1), (2)の矩形領域に限定される。しかし、交易線の傾きがそれぞれの国の矩形領域を通過するものであれば、両国が特化ののち、適度な交易を行うことによって、この矩形領域の内部の消費状態を実現でき、いずれの国の厚生も改善しうる。物量単位としてドル価値単位を採用した場合は勿論、両国の交易線は、同図(1), (2)の点線で示したような $-45^\circ$ の傾きを有する半直線となる。

また、容易に証明できることであるが、同図(1), (2)の矩形領域が存在するためには、いずれの財の世界生産量も現時点のそれを上回ることが必要である。そしてこの量を超えてさらに世界生産量が大きくなるほど、この矩形領域は大きくなり、したがってより高い経済厚生に到達し得る可能性が高まる。

以上がリカードモデルの暗黙の含意であろう( <sup>8), 9), 10), 11), 18</sup> )。

このような文脈のもとに、リカードモデルを、生産可能領域なる制約のもとでの、世界全体の GDP を最大化する問題、と捉えなおし、その線形計画問題を作成した。以下、“特化”なる述語を「この線形計画問題の最適解が示す生産額を実現する方向に生産調整を行う」という意味に用いる。

## 2.2 リカードモデルの簡単な検証

図2は、3.5 に記した「アジア国際産業連関表」の値を用いて、各部門の対米相対労働生産性と対米輸出超過率を計算し、この両者の間の相関関係を示したものである( <sup>12</sup> )。同図は、日米間では、リカードモデルが良好に妥当することを示している。

表2は、「アジア国際産業連関表」に記載されている10ヶ国のうちの任意の2国間について、図2と同様の相関係数を求め一覧にしたものである。同表は、国の組み合わせによっては、十分な相関関係が認められないことを示している。しかし、当研究の目的は、実証分析ではなく規範分析にあり、以上の事実は、当研究の妥当性を否定するものではない。むしろ、(日本, 米国), (シンガポール, 米国), (シンガポール, 韓国) および (シンガポール, 台湾) 間のような実証例は、当研究のような規範分析の妥当性をも間接的に支持するのではないかと、とも考えられる。

## 3. 中間財を含む線形貿易モデルの構築

### 3.1 輸送費

輸送費は一切無視した。当研究の主目的は、望ましい生産額そのものを特定することにあるのではなく、望ましい生産パターンへの“方向”を特定することにある。この“方向”性を問題にする限り、輸送費を無視すること自体はなんら結論に本質的な影響を及ぼさないと考えられるからである。

### 3.2 使用した変数

以下、ある国の生産パターンの変化の影響を受け、生産額、輸出入額等の経済諸変量が変化する国々より構成される市場を「世界市場」、ある国の生産パターンの変化の影響を全く受けない国々より構成される市場を「世界市場外の国」と定義する。

'を付した変数: 生産特化の過程で値が変化する変数。

<sup>0</sup>を付した変数: 'を付した変数の当初の値（本研究では資料<sup>(7)</sup>の対象年次たる2000年の値）を表す変数。

'が付されていない変数: 生産特の過程で値が全く変化せず、当初の値が保たれる変数。

K: 世界市場内の国々の識別番号 ( $K = 1, \dots, m$ ).

i: 産業部門の識別番号 ( $i = 1, \dots, n$ ).

$\mathbf{X}'_K \equiv \begin{bmatrix} X'_{K1} \\ \vdots \\ X'_{Kn} \end{bmatrix}$ : K 国の産出額ベクトル。

$\mathbf{A}_K \equiv \begin{bmatrix} \alpha_{K11} & \cdots & \alpha_{K1n} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ \alpha_{Kn1} & \cdots & \alpha_{Knn} \end{bmatrix}$ : K 国の投入係数行列。

$\mathbf{F}'_{DK} \equiv \begin{bmatrix} f'_{DK1} \\ \vdots \\ f'_{DKn} \end{bmatrix}$ : K 国の国内最終需要ベクトル。

$\mathbf{D}'_K$ : K 国の国内総需要ベクトル ( $\mathbf{D}'_K = \mathbf{A}_K \mathbf{X}'_K + \mathbf{F}'_{DK}$ ).

$\mathbf{E}'_K$ : K 国の輸出額ベクトル。

$\mathbf{M}'_K$ : K 国の輸入額ベクトル。

$\mathbf{E}_{KR}$ : K 国の、世界市場外の国々への輸出額ベクトル。 (“R” = “rest of the world”)

$\mathbf{M}_{KR}$ : K 国の、世界市場外の国々からの輸入額ベクトル。

$\mathbf{G}'_K \equiv [G'_{K1}, \dots, G'_{Kn}]$ : K 国の粗付加価値額ベクトル。

$\mathbf{g}_K \equiv [g_{K1}, \dots, g_{Kn}]$  ( $g_{Ki} \equiv G^0_{Ki}/X^0_{Ki}$ ): K 国の粗付加価値係数ベクトル。

$\mathbf{L}'_K \equiv [L'_{K1}, \dots, L'_{Kn}]$ : K 国の雇用ベクトル。

$\mathbf{l}_K \equiv [l_{K1}, \dots, l_{Kn}]$  ( $l_{Ki} \equiv L^0_{Ki}/X^0_{Ki}$ ): K 国の雇用係数ベクトル。

$L'_K$  ( $\equiv \sum_{i=1}^n L'_{Ki}$ ): K 国の雇用者総数。

$L^0_K$ :  $L'_K$  の当初の値 (≡賦存労働力。賦存労働力は一定と仮定.)

$G'_{DPK}$  ( $\equiv \sum_{i=1}^n G'_{Ki}$ ): K 国の GDP。

$G'_{DPW}$  ( $\equiv \sum_{K=1}^m G'_{DPK}$ ): 世界市場内の国々の GDP の合計値。

### 3.3 制約式

以下のような仮定を設け、それぞれに対応する制約式を課した。

1) 賦存労働力に関する制約条件: いずれの国においても各部門の雇用者数の合計は当該国の賦存労働力を超えることは出来ない。

$$\mathbf{l}_K \cdot \mathbf{X}'_K \leq L^0_K \quad (K = 1, \dots, m) \quad \dots(1)$$

2)GDP に関する制約条件: いずれの国においても特化後の GDP が当初の GDP を下回することは許容されない。

$$\mathbf{g}_K \cdot \mathbf{X}'_K \geq G_{DPK}^0 \quad (K = 1, \dots, m) \quad \dots(2)$$

3)各財の需給均衡条件: 世界市場内において, 各財の需給は均衡せねばならない。

$$\mathbf{S}'_W = \mathbf{D}'_W \quad (\mathbf{S}'_W: \text{世界市場における各財の供給額}, \quad \mathbf{D}'_W: \text{世界市場における各財の需要額}) \quad \dots(3-1)$$

$$\mathbf{S}'_W = \sum_K \mathbf{X}'_K + \sum_K \mathbf{M}_{KR} \quad \dots(3-2)$$

$\mathbf{D}'_W$  に関しては, 国内最終需要  $\mathbf{F}'_{DK}$  を, 線形のケインズ型消費関数を模して, 当該国の GDP に線形依存すると仮定し, 以下のように定式化した。すなわち,

$$\begin{aligned} \mathbf{F}'_{DK} &\equiv \begin{bmatrix} \mathbf{F}'_{DK1} \\ \vdots \\ \mathbf{F}'_{DKn} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \alpha_{K1} G'_{DPK} + \beta_{K1} \\ \vdots \\ \alpha_{Kn} G'_{DPK} + \beta_{Kn} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \alpha_{K1} \\ \vdots \\ \alpha_{Kn} \end{bmatrix} \cdot G'_{DPK} + \begin{bmatrix} \beta_{K1} \\ \vdots \\ \beta_{Kn} \end{bmatrix} \\ &= \begin{bmatrix} \alpha_{K1} \\ \vdots \\ \alpha_{Kn} \end{bmatrix} [\mathbf{g}_{K1} \quad \dots \quad \mathbf{g}_{Kn}] \begin{bmatrix} X'_{K1} \\ \vdots \\ X'_{Kn} \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} \beta_{K1} \\ \vdots \\ \beta_{Kn} \end{bmatrix} = \boldsymbol{\alpha}_K \cdot \mathbf{g}_K \cdot \mathbf{X}'_K + \boldsymbol{\beta}_K \\ \text{ここに, } \boldsymbol{\alpha}_K &\equiv \begin{bmatrix} \alpha_{K1} \\ \vdots \\ \alpha_{Kn} \end{bmatrix}, \quad \boldsymbol{\beta}_K \equiv \begin{bmatrix} \beta_{K1} \\ \vdots \\ \beta_{Kn} \end{bmatrix} \quad (\because G'_{DPK} = \mathbf{g}_{K1} X'_{K1} + \dots + \mathbf{g}_{Kn} X'_{Kn}) \end{aligned}$$

$$\therefore \mathbf{D}'_K = \mathbf{A}_K \mathbf{X}'_K + \mathbf{F}'_{DK} = [\mathbf{A}_K + \boldsymbol{\alpha}_K \cdot \mathbf{g}_K] \mathbf{X}'_K + \boldsymbol{\beta}_K$$

$$\therefore \mathbf{D}'_W = \sum_K \mathbf{D}'_K + \sum_K \mathbf{E}_{KR} = \sum_K [\mathbf{A}_K + \boldsymbol{\alpha}_K \cdot \mathbf{g}_K] \mathbf{X}'_K + \sum_K \boldsymbol{\beta}_K + \sum_K \mathbf{E}_{KR} \quad \dots(3-3)$$

(3-1)~(3-3)式より,

$$\sum_K \mathbf{X}'_K + \sum_K \mathbf{M}_{KR} = \sum_K [\mathbf{A}_K + \boldsymbol{\alpha}_K \cdot \mathbf{g}_K] \mathbf{X}'_K + \sum_K \boldsymbol{\beta}_K + \sum_K \mathbf{E}_{KR}$$

$$\therefore \sum_K [\mathbf{I} - \mathbf{A}_K - \boldsymbol{\alpha}_K \cdot \mathbf{g}_K] \mathbf{X}'_K = \sum_K [\mathbf{E}_{KR} - \mathbf{M}_{KR} + \boldsymbol{\beta}_K] \quad \dots(3-4)$$

以下の実証データによる計算では, 暫定的に  $\alpha_{Ki} = F_{Ki}^0 / G_{DPK}^0$ ,  $\beta_{Ki} = 0$  ( $i = 1, \dots, n$ ) とした。

4) 生産額の上限, 下限に関する制約条件: 労働力の移動可能量の限界, 生産設備の生産能力の限界, 等により, いずれの部門においても各部門の生産額は, その上限, 下限を超えることはできない。

$$\gamma_{Kimin} \cdot X_{Ki}^0 \leq X'_{Ki} \leq \gamma_{Kimax} \cdot X_{Ki}^0 \quad (\gamma_{Kimin} < 1, \gamma_{Kimax} > 1, K = 1, \dots, m, i = 1, \dots, n) \quad \dots(4)$$

5) 非貿易財に関する制約条件: 非貿易財の輸出超過額の絶対値は, 当初のその絶対値を超えることはできない。

$$|\Delta E'_{Ki}| \leq |\Delta E_{Ki}^0| \quad (\Delta E'_{Ki} \equiv E'_{Ki} - M'_{Ki}, \Delta E_{Ki}^0 \equiv E_{Ki}^0 - M_{Ki}^0) \quad \dots(5-1)$$

( $K = 1, \dots, m$ ,  $i = i_{NT}$ ,  $i_{NT}$ : 非貿易財部門の識別番号)

本研究では表 4 の “20. Electricity etc.”, “21. Construction,” および “24. Public administration” の 3 部門を非貿易財部門とみなした。国内における各財の需給均衡条件より,

$$\mathbf{X}'_K + \mathbf{M}'_K = \mathbf{D}'_K + \mathbf{E}'_K$$

$$\therefore \Delta \mathbf{E}'_K = \mathbf{X}'_K - \mathbf{D}'_K = [\mathbf{I} - \mathbf{A}_K - \boldsymbol{\alpha}_K \cdot \mathbf{g}_K] \mathbf{X}'_K - \boldsymbol{\beta}_K \quad \dots(5-2)$$

(5-1), (5-2)より

$$\{\boldsymbol{\beta}_K - |\Delta \mathbf{E}_{Ki}^0|\}_{i=i_{NT}} \leq \{[\mathbf{I} - \mathbf{A}_K - \boldsymbol{\alpha}_K \cdot \mathbf{g}_K] \mathbf{X}'_K\}_{i=i_{NT}} \leq \{\boldsymbol{\beta}_K + |\Delta \mathbf{E}_{Ki}^0|\}_{i=i_{NT}} \quad \dots(5-3)$$

### 3.4 目的関数

目的関数は, 各国の GDP の合計値と定義し, その最大化を企図した。

$$\max: G'_{DPW} \equiv \sum_{K=1}^m G'_{DPK} = \sum_{K=1}^m \mathbf{g}_K \cdot \mathbf{X}'_K \quad \dots(6)$$

制約式 (1), (2), (3-4), (4), (5-3)のもとで目的関数(6)式を最大化する最適解, すなわち各国の各部門の生

産額を，自作のシンプレックス法プログラムにより求めた。

#### 4. 当貿易モデルの基本概念

以下に，以上の貿易モデルの基本概念を示す．国としては日本と米国の2国，産業としては農業と工業の2部門の2国2財モデルを想定し，解説する．

##### 4.1 賦存労働力と各財の需給均衡に関する制約条件のみを課した場合

図3は，賦存労働力に関する制約条件（(1)式）と世界市場内における各財の需給均衡条件（(3-4)式）のみを課した場合の当貿易モデルの基本概念を図解したものである．表3は，同図に対応する，両国の特化前後の定常状態における仮設的な産業連関表等を示したものである<sup>(13)</sup>。

両国の経済が，それぞれ表3A-1，表3B-1に掲げる産業連関表が示すような産業構造を有しているとき，さしあたり労働力の遊休は認めないものとする，日本，米国，世界の生産可能領域は，それぞれ，図1(a)，(b)の線分AB，および(c)の平行四辺形PQRSの(縁辺部を含む)内部領域となる。

各生産点を表すベクトル $\mathbf{X}$ と輸出入を含む広義の最終需要額ベクトル $\mathbf{F}(\equiv \mathbf{F}_D + \Delta \mathbf{E}; \Delta \mathbf{E} \equiv \mathbf{E} - \mathbf{M})$ との間には $\mathbf{F} = [\mathbf{I} - \mathbf{A}]\mathbf{X}$ なる関係があるから，図1(a)，(b)の線分AB，および(c)の平行四辺形PQRSで示される各生産可能領域に対応する“最終需要可能領域”はそれぞれの図の線分A'B'および平行四辺形P'Q'R'S'の(縁辺部を含む)内部領域となる．また，いずれの国においても， $G_{DPK} = \sum_{i=1}^2 F_{Ki} (K = 1, 2)$ が成立するから $G_{DPW} \equiv \sum_{K=1}^2 G_{DPK} = \sum_{K=1}^2 \sum_{i=1}^2 F_{Ki} = \sum_{i=1}^2 \sum_{K=1}^2 F_{Ki} = \sum_{i=1}^2 F_{Wi}$ であり，したがって，同図(c)において世界全体のGDPを一定ならしめる最終需要点 $(F_{W1}, F_{W2})$ の集合は，傾きが $-45^\circ$ の直線群となる．それゆえ，世界全体のGDPを最大ならしめる最終需要点 $(F_{W1}, F_{W2})$ は，平行四辺形P'Q'R'S'領域とこの直線群が接する点，すなわち，R'点となる．またこのR'点に対応する生産点はR点となる。

ここでさらに，いずれの国においても， $F_{Di} = \alpha_i G_{DP} + \beta_i (i = 1, 2)$ を仮定しているから，国内最終需要 $F_{Di}$ が当該国のGDPの増加とともにどのように変化するかを表す軌跡は，それぞれ図3(a)，(b)の半直線 $OF_D$ となることも明らかである．因みに同図は， $\beta_i = 0 (i = 1, 2)$ の場合を例示しているので，半直線 $OF_D$ は原点を通る直線となっているが，一般には $\beta_i = 0$ とは限らず，したがって半直線 $OF_D$ は原点を通るとは限らない。

また，たとえば，日本においては，最終需要点が $\mathbf{F} = (-7.2, 22.9)$ のとき， $G_{DP} = 15.7 (= -7.2 + 22.9)$ となり，国内最終需要点は，同図(a)において， $G_{DP} = 15.7$ をもたらす“等GDP線”（すなわち点 $(-7.2, 22.9)$ を通る傾きが $-45^\circ$ の直線）と，半直線 $OF_D$ とが交差する点，すなわち $\mathbf{F}_D = (11.0, 4.7)$ なる点となる．また，輸出超過額ベクトルは， $\Delta \mathbf{E}_J = \mathbf{F} - \mathbf{F}_D = (-18.2, +18.2)$ となることも同図より明らかである．また，この最終需要点に対応する生産点は， $\mathbf{X} = [\mathbf{I} - \mathbf{A}]^{-1}\mathbf{F}$ なる関係より， $\mathbf{X} = (0.8, 38.4)$ となる。

同様に，米国においては，例えば，最終需要点が $\mathbf{F} = (70, -10)$ のとき， $G_{DP} = 60 (= 70 - 10)$ となり，国内最終需要点は $\mathbf{F}_D = (51.8, 8.2)$ ，輸出超過額ベクトルは， $\Delta \mathbf{E}_A = \mathbf{F} - \mathbf{F}_D = (18.2, -18.2)$ となる．また，この最終需要点に対応する生産点は $\mathbf{X} = (100, 0)$ となる。

さらに，世界全体（すなわち日米両国全体）のGDPの総額を最大化する生産点は，世界市場内における各財の需給均衡条件 $\Delta \mathbf{E}_J + \Delta \mathbf{E}_A = (0, 0)$ を満たしつつ，いずれかの国の最終需要点が最終需要可能領域の端点に達する場合のそれであり，今の例では米国が先に端点に達するということが同図(a)，(b)より明らかであろう．この場合の世界全体の最終需要点U'(62.8, 12.9)，およびこれに対応する生産点U(100.8, 38.4)を同図(c)に示す。

前述の線形計画問題を以上の2国2財モデルに適用し、自作のシンプレックス法 VBA プログラムを稼働して最適生産額を求め、この値をもとに作成した特化後の産業連関表を表3 A-3、表3 B-3に示す。

当然のことながら、この結果は、以上の図3による図形的解法の結果と完全に一致する。

#### 4.2 GDPに関する制約条件および生産額の上・下限に関する制約条件を追加賦課した場合

4.1で考察した2国2財モデルにさらに、GDPに関する制約条件(2)式および生産額の上下限に関する制約条件(4)式を追加賦課した場合の基本概念を図4に示す。同図は、 $\gamma_{\min}=0.5$ 、 $\gamma_{\max}=1.5$ の場合を例示したものである。

生産額の上・下限に関する制約条件より、日本の生産可能領域は同図の(E点を原点とする)線分CDのうちの線分USに限定される。同様に米国の生産可能領域は(O点を原点とする)線分ABのうちの線分GHに限定される。また、GDPに関する制約条件より、日本の生産可能領域はさらに同図の(E点を原点とする)線分PSに限定される。同様に米国の生産可能領域は(O点を原点とする)線分EGに限定される。したがって、世界全体の生産可能領域は平行四辺形PQRSの(縁辺部を含む)内部領域となる。また、この生産可能領域に対応する最終需要可能領域は、平行四辺形P'Q'R'S'の(縁辺部を含む)内部領域となる。それゆえ、世界全体のGDPを最大化する最終需要点、図3で求めた最終需要経路が平行四辺形P'Q'R'S'の縁辺部に達するT''点(48.1, 9.7)となる。またこのT''点に対応する世界生産点はT点(79.5, 31.5)となる。また、このときの日本、米国の生産点は同図より明らかなように(12.5, 15.0)および(67, 16.5)である。

前述のシンプレックス法 VBA プログラムをこのモデルに適用して最適生産額を求め、この値をもとに作成した両国の特化後の産業連関表を表3 A-4、表3 B-4に示す。当然のことながら、この結果は、以上の図4による図形的解法の結果と完全に一致する。

図5は、図3において労働力の遊休を認めた場合の“最終需要可能領域”等を示したものである。

図6は、図5に対応する“中間需要可能領域”を示したものである。ただ、図中の矢印は、今度はGDPの最大化ではなく、工業製品に対する世界全体の中間需要額の最小化を企図した場合の最適生産点への到達経路を示している。当然のことながら、図の最終到達点は、シンプレックス法 VBA プログラムにより得られた産業連関表(表3 A-5、表3 B-5)と完全に一致する(詳細な説明は割愛する)。

以上が、本研究の線形計画問題の基本的含意である。

## 5. 計算結果

### 5.1 使用データ

「アジア国際産業連関表—2000年—(第2巻:データ編)」(7)のテキスト型データを基礎データとして使用した。表4に、このデータより作成した日本、米国、中国の生産額、粗付加価値および雇用者数等を示す。因みに、この国際産業連関表は金額単位のものであるが、ドル価値単位のものであると解釈するならば、表中の金額単位の数値は物量単位による数量を表わす、とも解釈しうる。

計算は、この国際産業連関表の部門をいくつかの型に統合し、その統合表の各々について実行した。表5に、この統合部門の対応関係を示す。

### 5.2 日米中3ヶ国全体のGDPの最大化 [応用例1]

表 6 は、世界市場内の国として日本、米国、中国の 3 ケ国をとり、表 5 に示す 15 部門分類を用いて第 3 章で提示した線形計画問題を解き、得られた最適解（生産額）等を示したものである。同表は、1）各国の農林業の公益的機能を全く考慮に入れない場合は、日本は農林業部門を減産、輸送機械（主に自動車）部門を増産、米国は農林業部門を増産、輸送機械（主に自動車）部門は減産する方向に生産をシフトすることが、いずれの国にとっても経済原理上は望ましい、2）表 6 が示すような生産調整の結果、日本、米国、中国およびこれら 3 ケ国全体の GDP はそれぞれおよそ 15.0, 13.5, 4.4, 32.9 ( $\gamma_{\min}, \gamma_{\max}=1.0\pm 0.5$ )、( $\gamma_{\min}, \gamma_{\max}=1.0\pm 0.2$  の場合は、6.0, 5.4, 1.8, 13.2  $\Rightarrow$  表 6-2) ( $10^{10}$ \$/year) 増加する等の事実を示している。

### 5.3 農林業の有する環境保全機能の内部経済化 [応用例 2] (<sup>11</sup>)

以下、各国の“広義の GDP”を、当該国の GDP と農林業により供給される公益的機能の貨幣価値換算額（単位： $10^{10}$ \$/year）の合計額、と定義する。この公益的機能の額に関しては以下のように仮定した（注 1）。

$$\varphi'_{TK} = c_{K0} + \varphi_K^0 \cdot \frac{X'_{KF}}{X_{KF}^0} \quad \dots(7)$$

$\varphi'_{TK}$ : K 国の農林業部門が供給する公益的機能全体の貨幣価値換算額( $10^{10}$ \$/y)。

$c_{K0}$ : K 国の農林業により供給される公益的機能のうちの生産額に依存しない部分の見積額 ( $10^{10}$ \$/y)

$\varphi_K^0$ : K 国の農林業部門が供給する公益的機能の、同部門の増産率( $f_K \equiv X'_{KF}/X_{KF}^0$ )に対する“依存係数”

$X'_{KF}$  ( $X_{KF}^0$ ): K 国の農林業の特化後（前）の生産額。(  $10^{10}$ \$/y, F: 農林業部門の識別番号.)

当研究では、 $\varphi_K^0$  の値をパラメータとした。当然のことながら、国によっては、 $\varphi_K^0 \leq 0$  となる可能性もありうる。また、この値は、将来の農林業の施業形態に応じて変化する余地を残している。

(7)式中の $c_{K0}$ の値は、目的関数(8)に定数値を付加するのみであって、最適解には影響を及ぼさないから、同式をさらに以下のように変形した。

$$\varphi'_K = \varphi_K^0 \cdot \frac{X'_{KF}}{X_{KF}^0} \quad (\varphi'_K \equiv \varphi'_{TK} - c_{K0}) \quad \dots(8)$$

$\varphi'_K$ : 特化後の K 国の農林業により供給される公益的機能のうちの生産額依存部分の見積額 ( $10^{10}$ \$/y)

図 7 に以上の関係を示す。同図より明らかなように $\varphi_K^0$ は、現在の農林業の生産額と施業形態を前提とした場合の、 $\varphi'_K$ の見積額を表わすパラメータ、と考えることができる。

(8)式を用いて、目的関数(6)式を以下の(9)式のように修正した。

$$\begin{aligned} G'_{DP\varphi W} &\equiv \sum_{K=1}^n G'_{DP\varphi K} = \sum_{K=1}^n (G'_{DPK} + \varphi'_K) \\ &= \sum_{K=1}^n \{g_{K1} X'_{K1} + \dots + (g_{KF} + \varphi_K^0/X_{KF}^0)X'_{KF} + \dots + g_{Kn} X'_{Kn}\} \quad \dots(9) \end{aligned}$$

ここに

$G'_{DP\varphi K}(\equiv G'_{DPK} + \varphi'_K)$ : K 国の "広義の GDP"

$G'_{DP\varphi W}$ : 世界市場内の国々の "広義の GDP"の合計値

表 7 は、各国の林業が提供する公益的機能を勘案した場合、各国の特化パターンがどのように変わるかを上記の貿易モデルを用いて計算した結果を示したものである。同表は、 $\varphi_J^0 = 3.0, \varphi_A^0 = 5.0, \varphi_C^0 = 3.0$  ( $10^{10}$ \$/year) と評価した場合の結果である。同表は、林業の外部経済効果をこのように評価した場合は、日本は林業部門を増産、米国は林業部門を減産する方向に生産をシフトすることが、いずれの国にとっても経済原理上は望ましい、ということを示している。因みに今の場合、 $G_J = 15.2, \Delta G_A = 13.1, \Delta G_C = 4.2, \Delta G_W = 32.5, \Delta \varphi_J =$

1.5,  $\Delta\varphi_A = -1.8$ ,  $\Delta\varphi_C = 1.5$ ,  $\Delta\varphi_W = 1.2$  ( $10^{10}$ \$/year) となる.

以上の結果は、米国の $\varphi_A^0$ 値を日本の $\varphi_J^0$ 値より大きく見積もった場合でも日米の林業の増産率が逆転する可能性があることを示唆しており、今後の精査に値する.

図8は、各国の林業の増産率( $f_K \equiv X_{KF}'/X_{KF}^0$ )が現状のそれより反転する、すなわち、現状が $f_K < 1.0$ なる国においては $f_K > 1.0$ となる領域、現状が $f_K > 1.0$ なる国においては $f_K < 1.0$ となる領域を示したものである.

図9は、同様に各国の農林水産業の増産率が反転する領域を示したものである.

これらの図は以下の事実を明らかにしている.

1) 林業(農林水産業)の外部経済効果を全く勘案しない場合は、部門分類がどのようなものであっても、あるいは、各部門の生産量の上限、下限を表すパラメータ値がどのようなものであっても、日本は林業(農林水産業)を減産する方向に生産をシフトさせることが望ましい.

2) 林業の外部経済効果を勘案した場合は、部門分類がどのようなものであっても、あるいは、各部門の生産量の上限、下限を表すパラメータ値がどのようなものであっても、3次元  $\varphi_J^0 - \varphi_A^0 - \varphi_C^0$  空間上の  $\varphi_J^0 = 0 \sim 1.0$  ( $10^{10}$ \$/y) なる範囲内に、各国の林業の増産率が反転する領域が確かに存在する. また、農、林、水産業部門を併せて1つの部門に統合し、この部門より提供される外部経済効果を一括して評価した場合は、同様に、3次元  $\varphi_J^0 - \varphi_A^0 - \varphi_C^0$  空間上の $\varphi_J^0 = 0 \sim 70$  ( $10^{10}$ \$/y) なる範囲内に、各国の農林水産業の増産率が反転する領域が確かに存在する.

最初にも触れたように、農林業の提供する公益的機能の貨幣価値換算作業においてはたしかに恣意的要因が大きく介在する. また、本研究の結果はこの公益的機能が農林業の生産額に比例するとの仮定に基づいたものであり、これらの問題点についてはより詳細な吟味と改良が必要である. しかし、本研究で述べた手法は、公益的機能の内部経済化の問題のみならず、ある産業の付加価値労働生産性がどの程度高まるならば、当該産業の特化パターンが逆転するのか、を査定する問題に対しても適用可能である.

#### 5.4 鉱産物(主に原油)の中間投入額の最小化 [応用例3]

目的関数として、“世界市場内の国々の、鉱産物の中間投入額の合計値”を採用し、その最小化を企図した. すなわち、

$z \equiv \sum_{k=1}^m \sum_{j=1}^n a_{kpj} X'_{kj} \rightarrow \min$  (z:世界市場内の国々の、鉱産物の中間投入額の合計値. p:鉱業部門の部門番号)

この場合の計算結果を表8に示す. 同表の鉱業部門の当該欄は、 $\Delta A_{XJ} = 1.6$ ,  $\Delta A_{XA} = -8.4$ ,  $\Delta A_{XC} = 1.0$ ,  $\Delta A_{XW} = -5.8$  であることを示している. この値は率に換算すると  $\frac{A_{XJ}}{A_{XJ}^0} = 1.2$ ,  $\frac{A_{XA}}{A_{XA}^0} = 0.70$ ,  $\frac{A_{XC}}{A_{XC}^0} = 1.09$ ,

$\frac{A_{XJ}}{A_{XW}^0} = 0.88$  となる. すなわち、同表が示唆する生産調整により、世界市場内の国々の、鉱産物(主に原油)

の中間投入額の総額を現在(2000年)のそれよりおよそ5.8 ( $10^{10}$ \$/y)程度、率にして現在の88%程度にまで減らすことが可能である、殊に、米国においてはその効果が著しい(現在の約70%程度にまで減少)等の事実を示している.

( $\gamma_{\min}, \gamma_{\max} = 1.0 \pm 0.2$  の場合は、 $\Delta A_{XJ} = 0.6$ ,  $\Delta A_{XA} = -3.4$ ,  $\Delta A_{XC} = 0.4$ ,  $\Delta A_{XW} = -2.3$ ,  $\frac{A_{XJ}}{A_{XJ}^0} = 1.08$ ,  $\frac{A_{XA}}{A_{XA}^0} = 0.88$ ,

$\frac{A_{XC}}{A_{XC}^0} = 1.04$ ,  $\frac{A_{XJ}}{A_{XW}^0} = 0.95 \Rightarrow$  表8-2)

因みに表 8 は、最適解が示す日本の農漁業および林業の増産率がいずれも 1.0 以上と、日本の第一次産業関係者にとっては極めて好都合ではあるが俄かには信じがたい値を示しており、これらの値の信憑性についてはさらなる吟味が必要である。

## 6. 補助金等による目標生産額への誘導

### (1) 補助金・生産税の計算式の導出

以下、1) 各部門の供給曲線は直線である、2) 国内価格は国際価格と連動しており不変である（小国の仮定）、との仮定のもとに、上記の線形計画問題の最適解が示す目標生産額に誘導するための生産補助金または生産税<sup>(8)</sup>の計算式を、以下のように導出した。

#### 1) 使用変数

$X_0$  ( $X'$ ): 現時点（生産調整後）の生産額

$p_0$  ( $p'$ ): 現時点（生産調整後）の生産者価格（すなわち、 $p'$ は生産者の意思決定の指標たる、補助金勘案後の価格）

$q_0$  ( $q'$ ): 現時点（生産調整後）の生産量

$\Delta X (\equiv X' - X_0)$ : 生産額の増分

$\Delta p (\equiv p' - p_0)$ : 価格の増分

$\Delta q (\equiv q' - q_0)$ : 生産量の増分

$O_s$ : 営業余剰（産業連関表の当該部門の“営業余剰”の値。本稿では生産者余剰の値として使用。）

$\sigma (\equiv O_s/X_0)$ : “営業余剰係数”

$\gamma (\equiv X'/X_0)$ : “増産率”すなわち、生産額の増加倍率

$\delta_p (\equiv \Delta p/p_0)$ : 価格の上昇率

$k_S$ : 供給曲線の勾配

#### 2) 営業余剰による供給曲線の勾配の算出

##### i) $\sigma \leq 1/2$ の場合

図 1 0 は営業余剰と供給曲線の関係を示したものである。同図(1)より明らかなように

$$X_0 = p_0 q_0$$

$$O_s = \frac{1}{2} q_0 h$$

$$\therefore \sigma \equiv \frac{O_s}{X_0} = \frac{h}{2p_0}$$

$$\therefore k_S = \frac{h}{q_0} \equiv \sigma' \cdot \frac{p_0}{q_0} \quad (\text{ここに } \sigma' \equiv 2\sigma) \quad \dots(10)$$

##### ii) $\sigma \geq 1/2$ の場合

同図(2)より明らかなように

$$X_o = p_o q_o$$

$$O_s = \frac{1}{2} (q_o + h) p_o$$

$$\therefore \sigma \equiv \frac{O_s}{X_o} = \frac{(q_o + h)}{2q_o}$$

$$\therefore k_s = \frac{p_o}{q_o - h} = \sigma' \cdot \frac{p_o}{q_o} \quad \left( \text{ここに } \sigma' \equiv \frac{1}{2(1-\sigma)} \right) \quad \dots(11)$$

### 3) 価格の上昇率の算出

図 1 1 は、最適解生産額へ誘導するための補助金等の算定根拠を示したものである。

同図より明らかなように、 $\gamma \geq 1$ 、 $\gamma \leq 1$  いずれの場合も以下の関係が成り立つ。

$$X' = X_o + p_o \Delta q = X_o + p_o \cdot \Delta p / k_s$$

$$\therefore \Delta p = k_s / p_o \cdot (X' - X_o) = \frac{\sigma'}{q_o} \cdot (X' - X_o)$$

$$\therefore \delta_p \equiv \Delta p / p_o = \frac{\sigma'}{p_o q_o} \cdot (X' - X_o) = \frac{\sigma'}{X_o} \cdot (X' - X_o)$$

$$= \sigma' (\gamma - 1) \quad \dots(12)$$

### 4) 補助金および生産税の算出

図 1 1 より明らかなように、 $\gamma \geq 1$  すなわち  $\Delta p \geq 0$ 、 $\Delta q \geq 0$  のとき、生産額を  $X_o$  より  $X'$  に増加させるために必要な補助金の額  $A$  は、

$$A = \frac{\Delta p}{p_o} \cdot p_o (q_o + \Delta q) = \frac{\Delta p}{p_o} \cdot X' = \delta_p \gamma X_o$$

$$= \sigma' \gamma (\gamma - 1) X_o \quad (\gamma \geq 1) \quad \dots(13)$$

同様に、 $\gamma \leq 1$  すなわち  $\Delta p \leq 0$ 、 $\Delta q \leq 0$  のとき、生産額を  $X_o$  より  $X'$  に減少させるために必要な生産税の額  $T (< 0)$  は、

$$T = -\frac{-\Delta p}{p_o} \cdot p_o (q_o + \Delta q) = \frac{\Delta p}{p_o} X' = \delta_p \gamma X_o$$

$$= \sigma' \gamma (\gamma - 1) X_o \quad (\gamma \leq 1) \quad \dots(14)$$

### 5) 補助金、生産税等による国内厚生の損失額

図 1 1 より明らかなように、 $\gamma \geq 1$  の場合、補助金による国内厚生の損失額 ( $Y_L$ ) は、直角三角形  $S_1$  の面積で表わされる。また、 $\gamma \leq 1$  の場合、生産税によるそれは直角三角形  $S_2$  の面積で表わされる。いずれの場合も、

$$Y_L = 1/2 \cdot \Delta p \cdot \Delta q = 1/2 \cdot \Delta p / p_o \cdot \Delta q / q_o \cdot p_o q_o = 1/2 \cdot \delta_p \cdot \Delta X / X_o \cdot X_o$$

$$= 1/2 \cdot \sigma' (\gamma - 1)^2 X_o \quad \dots(15)$$

### (2) 補助金・生産税の概算

表 9 は、産業連関表より求めた、各部門の営業余剰 ( $O_s$ ) および“営業余剰係数 ( $\sigma$ )”である。同表は、いずれの部門においても  $\sigma \leq 1/2$  であることを示しており、供給曲線の勾配は、(10)式のみによって算出できる

ことを示している。

表 1 0～表 1 2 は、最適解が示す生産額を達成すべく、価格政策を用いて生産調整を行う場合の、価格の上昇率、必要とされる補助金または課税額、および経済厚生への損失額を、(12)～(15)式を用いて計算したものである。

表 1 0 は、最適解が示す生産額を達成するためには、1) 補助金 A(+として計算)、課税額 T(-として計算)併せて、日本、米国、中国において、それぞれ 2.5, 13.4, 0.7 (10<sup>10</sup>\$/y) の財源が必要である、しかしその結果、2) 日本、米国、中国、および3ヶ国全体の GDP はそれぞれ 6.0, 5.4, 1.8, 13.2 (10<sup>10</sup>\$/y) 程度増加する、等の事実を示している。

表 1 1 は、日本、米国、中国の林業の供給する公益的機能の額を  $\varphi_j^0 = 3.0, \varphi_A^0 = 5.0, \varphi_C^0 = 3.0$  (10<sup>10</sup>\$/y) とも見積もる場合、日本は林業の生産額を増やす(+20%) ことが望ましく、価格政策によりこの生産目標を達成するためには、木材の生産者価格を約 18%増加させる必要があり、このためにはおよそ 0.3 (10<sup>10</sup>\$/y) 程度の補助金が必要になる、等の事実を示している。

表 1 2 は、日本、米国、中国3ヶ国全体の鉱業(主に原油)製品に対する中間需要の合計額の最小化を企図した場合、同製品に対する中間需要の3ヶ国全体の合計額は95%程度まで減らすことが可能である(表は割愛)が、価格政策によりその生産目標を達成するためには、各国は、それぞれ 2.0, 2.6, 0.7 (10<sup>10</sup>\$/y) 程度の補助金を必要とする、等の事実を示している。

## 7. おわりに

1) 貿易モデルは多数国多数財モデルでなければ、そこから得られる結論は大きな制約を受けたものになるであろう。例えば、[応用例 1]の結果は、特化パターンが反転する領域は、林業部門を独立させた場合は、 $\varphi_j^0 = 0 \sim 1.0$  (10<sup>10</sup>\$/y) の範囲内に存在するのに対して、農林業部門を統合した場合は、その範囲は $\varphi_j^0 = 0 \sim 70$  (10<sup>10</sup>\$/y) と大きく拡大してしまう。すなわち、農林業部門を統合すると、その外部経済効果の評価が特化パターンに及ぼす影響は極端に鈍くなる。また、結果は割愛するが、農林業部門の統合を行わない場合でも、他の部門を統合すると、農林業部門の外部経済効果の評価が特化パターンに及ぼす影響は鈍くなる。

また、現代のような複雑な連結関係を有する世界経済の分析において、中間財を含め貿易モデルによる実証分析は無意味であろう。

以上に提示した貿易モデルは、“最終需要可能領域”なる概念を導入し、この概念を仲介として、リカードモデルと産業連関表とを接合し、線形性という単純化の代償として、中間財を含む多数国多数財貿易モデルを構築した点に特徴がある。そしてこれは、例えば上に述べた応用例のような実証分析において有用性を発揮すると考えられる。

2) 本研究の結果は、技術進歩を全く考慮しなくとも、現在の技術水準を前提としたままで、生産の再配置のみによって、貿易圏を構成する国々の GDP 総額の最大化、農林業の外部経済効果を勘案した社会的厚生への最大化、原油等の鉱物資源の中間投入額の最小化、等を図ることができることを意味している。本研究の意義はまさにこの点にある。

注 1) 農林業部門の生産額の変化がその公益的機能の大きさに及ぼす影響に関しては、以下のように扱った。

$$\varphi'_{TK} = c_K + \varphi_{KA}(X'_{KFA}) + \varphi_{KB}(X'_{KFB}), \quad (X'_{KF} = X'_{KFA} + X'_{KFB}) \quad \dots(16)$$

$\varphi'_{TK}$ : K 国の農林業部門によって供給される公益的機能の大きさの貨幣価値換算額(10<sup>10</sup>\$/y)。

$X'_{KF}$ : K 国の農林業の生産額. ( $10^{10}$ \$/y,  $F$ : 農林業部門の識別番号.)

$X'_{KFA}$ : 変数  $X'_{KF}$  のうち, 増加関数  $\varphi_{KA}$  を構成する変数.

$X'_{KFB}$ : 変数  $X'_{KF}$  のうち, 減少関数  $\varphi_{KB}$  を構成する変数 ( $X'_{KF} = X'_{KFA} + X'_{KFB}$ ).

$\varphi_{KA}(X'_{KFA})$ :  $X'_{KFA}$  の増加関数.

$\varphi_{KB}(X'_{KFB})$ :  $X'_{KFB}$  の減少関数.

$c_K$ :  $X'_{KFA}$  または  $X'_{KFB}$  の値に無関係な定数.

ここでさらに, 次の線形性を仮定した.

$$\varphi_{KA}(X'_{KFA}) = c_{KA} + d_{KA} \cdot X'_{KFA},$$

$$\varphi_{KB}(X'_{KFB}) = c_{KB} - d_{KB} \cdot X'_{KFB} \quad (c_{KA}, d_{KA}, c_{KB}, d_{KB} : X'_{KFA}, X'_{KFB} \text{ に依存しない定数})$$

このとき (16)式は, 次式のように変形しうる.

$$\begin{aligned} \varphi'_{TK} &= c_{K0} + d_{KA} \cdot X'_{KFA} - d_{KB} \cdot X'_{KFB} \\ &= c_{K0} + (d_{KA} \cdot \frac{X'_{KFA}}{X'_{KF}} - d_{KB} \cdot \frac{X'_{KFB}}{X'_{KF}}) \cdot X'_{KF} \quad (c_{K0} \equiv c_K + c_{KA} + c_{KB}) \quad \dots(17) \end{aligned}$$

当研究においては次の関係を仮定した.

$$\frac{X'_{KFA}}{X'_{KF}} = \frac{X^0_{KFA}}{X^0_{KF}}, \quad \frac{X'_{KFB}}{X'_{KF}} = \frac{X^0_{KFB}}{X^0_{KF}} \quad (X^0_{KF}, X^0_{KFA}, X^0_{KFB} : X'_{KF}, X'_{KFA}, X'_{KFB} \text{ の現在値})$$

これは例えば,  $X^0_{KFA} = X^0_{KF}$ ,  $X^0_{KFB} = 0$  の場合 (すなわち  $X^0_{KF}$  がすべて増加関数を構成している場合, 例えば考察の対象としている森林がすべて生産額の増加とともに公益的機能も増加する経済林である場合) も  $X'_{KFA} = X'_{KF}$ ,  $X'_{KFB} = 0$ , であるからこの仮定は満たされることを意味する. 同様に,  $X^0_{KFB} = X^0_{KF}$ ,  $X^0_{KFA} = 0$  の場合 (すなわち  $X^0_{KF}$  がすべて減少関数を構成している場合, 例えば考察の対象としている森林がすべて原生林のような枯渇性資源である場合) も  $X'_{KFB} = X'_{KF}$ ,  $X'_{KFA} = 0$ , であるからこの仮定は満たされることを意味する.

以上の仮定のもとでは, (17)式は次式のように変形しうる.

$$\varphi'_{TK} = c_{K0} + \varphi^0_K \cdot \frac{X'_{KF}}{X^0_{KF}} \quad (\varphi^0_K \equiv d_{KA} \cdot X^0_{KFA} - d_{KB} \cdot X^0_{KFB}) \quad \dots \text{ (本文中の(7)式)}$$

( $\varphi^0_K$ : K 国の農林業部門が供給する公益的機能の, 同部門の増産率( $f_K \equiv X'_{KF}/X^0_{KF}$ )に対する“依存係数”)

注2) (13)~(15)式には価格を表わす変数  $p_0, p'$  は含まれない. したがって価格そのものを計測することなしに, 各部門の  $\sigma$  (“営業係数”),  $\gamma$  (“増産率”),  $X_0$  (現時点の生産額) の値のみから,  $\delta_p, A, T, Y_L$  の値を求めることができる.

注3) 実際の政策遂行にあたっては, 当政策は補助金が支給される部門においては容易に受容されるであろうが, 生産税を課される部門においては相当の抵抗が予想されるであろう. この場合, 必要財源, すなわち, もっとも配分額が少ない部門の配分額を 0 とする (たとえば表 10 の日本においては, 配当額が最小すなわち 0 となる部門は, 農業部門である) ことが出来るだけの財源を先ず全部門より一括して徴収 (例えば法人税率を上げる, あるいは財政当局が法人税を下げる余力のある場合これを据え置き, 実質的な課税に代えるなどして) したのち, これを補助金として各部門に傾斜配分することにすれば, 各部門の抵抗はより少なくて済むものと考えられる.

注4) 参考値として掲げた表10の日本、米国、中国およびこれら3ヶ国全体の経済厚生損失額 $\Delta Y$ は、それぞれ-0.8, -2.3, -0.5, -3.5 ( $10^{10}$ \$/y) 程度であること等を示している。

この $\Delta GDP$ と $\Delta Y$ の値の乖離は、以下のような、両者の計算の前提条件の違いおよび計算方法の違いによるものと考えられる。

$\Delta GDP$ は、1) 一般均衡モデルのうちの固定投入係数の経済モデルによる計算値、および、2) 現在が不完全特化の状態にあり、そこからより経済厚生の高い状態に到る過程におけるGDPの変化額の計算値、である。

一方、 $\Delta Y$ は、1) 部分均衡モデルによる計算値、2) 国内の消費者価格は、国際価格に連動しており上述の価格政策によっても変化しない(小国の仮定)との仮定のもとでの計算値、および、3) 価格政策は現在の貿易均衡状態からの乖離をもたらすが、そのために発生する経済厚生損失額の計算値、である。

いずれにしても、同表の値は、これらいずれの国においても、経済厚生損失( $\Delta Y$ )を相当程度上回るGDPの増加( $\Delta GDP$ )が見込まれることを示している。

注5) 本稿では、生産調整のための手段としては、もっとも原理的な手法である補助金・課税政策のみを取り上げたが、実際には、これらの表が示す補助金・課税額を目安として、他の手段を組み併せた現実的な政策を個別の産業ごとに工夫すべきものであると考えられる<sup>(2-6)</sup>。本稿の意味は、むしろこの補助金・課税の目安額を提示することにあると考えるのが適当であろう。

(平成22年10月)

#### 参考文献

- 1) EJIRI, Yozauro, Identification of the Domains for Reverse Patterns of Forestry Specialization Using a Linear Trade model that Includes Intermediate Goods, 森林資源管理と数理モデル Vol. 9, p173-205, 森林計画学会出版局, (2010).
- 2) 江尻陽三郎, 森林の遷移過程における社会的厚生関数の形状変化 日本林学会誌 81, p. 194-202 (1999)
- 3) 江尻陽三郎, 林所有者に対する補助金等が国民所得に及ぼす動学的複合多部門乗数効果, 日本林学会誌 81, p. 210-218 (1999)
- 4) 江尻陽三郎, 林業部門に対する補助金の国民所得に及ぼす多部門乗数効果—均衡予算を前提として, 林業部門の生産物を政府が購入した場合の静学乗数—, 日本林学会誌 79, p.76-82, (1997)
- 5) 江尻陽三郎, 森林の公益的機能を変数に含む社会的厚生関数の最大化, 日本林学会誌 78 : p.444-451 (1996)
- 6) 江尻陽三郎, 逐次意思決定モデルによる最適間伐量の決定 (III) 価格変動の間伐計画への影響, 日本林学会誌 74, p.397-408, (1992)
- 7) Institute of Developing Economies, Asian International Input-Output Table 2000, Vol 2. Data, Japan External Trade Organization (2006).
- 8) 伊藤元重, 大山道広, 国際貿易, 岩波書店, (1985).
- 9) 木村福成, 国際経済学入門, 日本評論社, (2000).

- 10) 小泉明, 相原光, 国際経済論講義, 青林書院新社, (1981).
- 11) 小宮隆太郎, 天野明弘, 国際経済学, 岩波書店, (1979).
- 12) Krugman, P. and Obstfeld, M., International economics, 6th ed., Addison Wesley (2003)
- 13) 森嶋通夫, 産業連関論入門, 創文社, (1984)
- 14) 新井田 宏, 産業連関分析入門, 東洋経済新報社, (1978)
- 15) 大山道広, 国際経済理論の地平, 東洋経済新報社, (2001).
- 16) Ronald, W, and Peter B., Handbook of International Economics Vol. 1, International Trade, North-Holland, Amsterdam (2002)
- 17) 佐藤秀夫, 国際経済の理論と現実, ミネルバ書房, (2001).
- 18) 渡辺太郎, 国際経済, 春秋社, (1991).
- 19) 藪内繁己, 産業連関と国際貿易, 日本評論社, (1984).

— 図および表（纏めて掲載） —

Table 1. Parameters for Ricardian model

(1) Output at the primary stage		
	Japan	U.S.
Agriculture <Wheat> ( $10^8$ t/y)	35	150
Manufacturing <Cloth> ( $10^8$ m <sup>2</sup> /y)	22.5	40
(2) Allocated labor at the primary stage ( $10^8$ ps)		
	Japan	U.S.
Agriculture	0.7	1.5
Manufacturing	0.3	0.5
Total (Endowed)	1.0	2.0
(3) Labor productivity		
	Japan	U.S.
Agriculture <Wheat> (t/ps/y)	50	100
Manufacturing <Cloth> (m <sup>2</sup> /ps/y)	75	80
(4) Gains to world outputs from specialization		
	Wheat ( $10^8$ t/y)	Cloth ( $10^8$ m <sup>2</sup> /y)
World outputs at primary stage	185	62.5
J→Cloth, U.S.→Wheat Specialization	200	75
Gains in world outputs	15	12.5

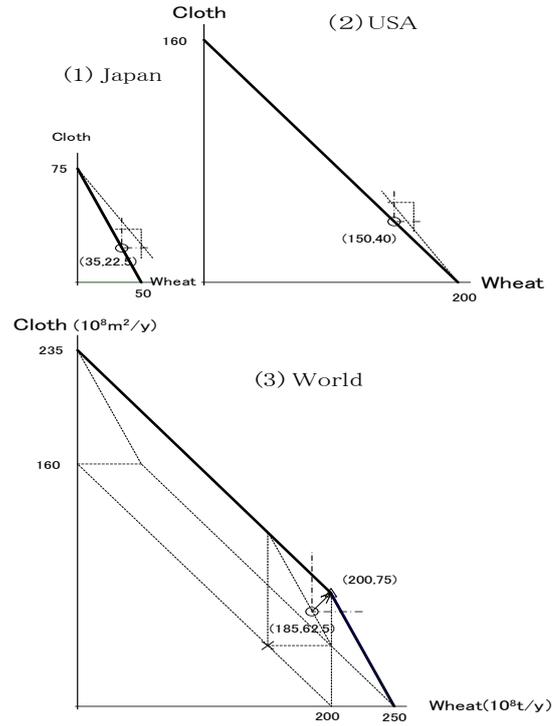


Figure 1. Essential concept of the Ricardian model

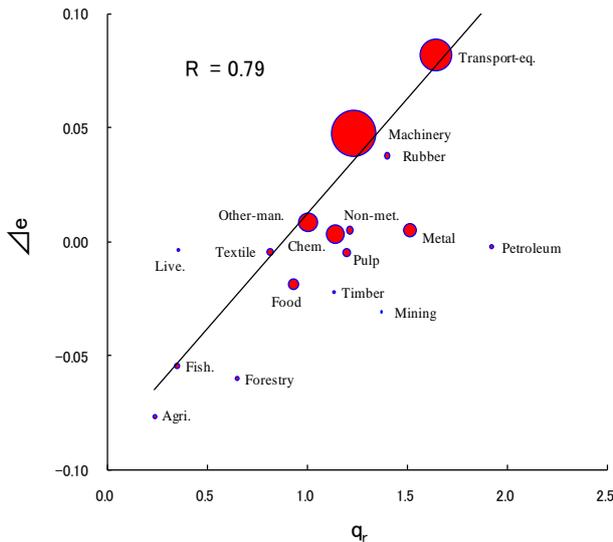


Figure 2. Correlation between  $q_r$  and  $\Delta e$  (Japan/U.S.)

Note)  $q_r \equiv q_A/q_B$ , where  $q_A \equiv X_A/L_A$ ,  $q_B \equiv X_B/L_B$   
 $\Delta e \equiv \frac{\Delta E_{AB}}{X_A} \equiv \frac{E_{AB} - M_{AB}}{X_A}$ , weight:  $w_E = \sqrt{E_A \cdot E_B}$

Table 2. Correlation coefficients between  $q_r$  and  $\Delta e$  among countries

A \ B	Ind.	Mal.	Phi.	Sin.	Tha.	Chi.	Tai.	Kor.	Japan	USA
Indonesia		-0.12	0.16	-0.37	-0.12	0.43	0.05	0.03	-0.54	-0.26
Malaysia	0.13		0.58	0.29	0.11	-0.09	0.36	0.48	0.46	0.49
Philippines	0.45	0.88		-0.05	-0.06	0.82	0.93	0.65	-0.15	-0.47
Singapore	-0.38	0.01	-0.19		0.29	-0.17	0.77	0.78	0.19	0.84
Thailand	-0.20	0.03	-0.57	0.21		0.26	0.28	0.50	0.37	0.41
China	0.59	0.39	0.53	0.64	0.10		0.12	0.26	0.18	-0.43
Taiwan	-0.10	0.13	0.88	0.49	-0.03	-0.35		0.38	-0.17	-0.45
Korea	0.20	0.45	0.05	0.94	0.08	-0.25	-0.13		-0.37	0.36
Japan	-0.11	-0.21	-0.72	-0.64	0.01	0.21	-0.42	-0.20		0.79
USA	0.04	0.32	-0.30	0.76	0.20	0.12	0.21	0.26	0.66	

Table 3. Input-Output table in two commodities and two countries Ricardian model

(A) Japan

(B) USA

1. Before specialization (Fig.3(a))

	$x_{ij}^o$		$\Sigma$	$F_D^o$	$\Delta E^o$	$F^o$	$X^o$
$x_{ij}^o$	6	2	8	7	0	7	15
	3	4	7	3	0	3	10
$G^o$	6	4	10	*	*	*	*
$X^o$	15	10	25	*	*	*	*
$L^o$	0.75	0.25	1.00	*	*	*	*

( $10^{10}$ \$/yr,  $10^8$ ps)

1. Before specialization (Fig.3(b))

	$x_{ij}^o$		$\Sigma$	$F_D^o$	$\Delta E^o$	$F^o$	$X^o$
$x_{ij}^o$	18	4	22	38	0	38	60
	6	8	14	6	0	6	20
$G^o$	36	8	44	*	*	*	*
$X^o$	60	20	80	*	*	*	*
$L^o$	1.20	0.80	2.00	*	*	*	*

( $10^{10}$ \$/yr,  $10^8$ ps)

2. Input Coefficients etc.

	$a_{ij}$		$\alpha$	$\beta$
$a_{ij}$	0.4	0.2	0.7	0
	0.2	0.4	0.3	0
$g$	0.4	0.4	*	*
$l$	0.05	0.025	*	*

( $G_{DPJ}=0.4X_{J1}+0.4X_{J2}$ )

2. Input Coefficients etc.

	$a_{ij}$		$\alpha$	$\beta$
$a_{ij}$	0.3	0.2	0.86	0
	0.1	0.4	0.14	0
$g$	0.6	0.4	*	*
$l$	0.02	0.04	*	*

( $G_{DPA}=0.6X_{A1}+0.4X_{A2}$ )

↓

↓

3. After specialization(1) (Fig.3(a))

	$x'_{ij}$		$\Sigma$	$F_D$	$\Delta E'$	$F'$	$X'$
$x'_{ij}$	0.3	7.7	8.0	11.0	-18.2	-7.2	0.8
	0.2	15.4	15.5	4.7	18.2	22.9	38.4
$G'$	0.3	15.4	15.7	*	*	*	*
$X'$	0.8	38.4	39.2	*	*	*	*
$L'$	0.04	0.96	1.00	*	*	*	*

[ Result of maximization of GDP without the restriction of outputs( $\gamma_{imin}=0, \gamma_{imax}=+\infty$ ). ]

3. After specialization(1) (Fig.3(b))

	$x'_{ij}$		$\Sigma$	$F_D$	$\Delta E'$	$F'$	$X'$
$x'_{ij}$	30.0	0.0	30.0	51.8	18.2	70.0	100.0
	10.0	0.0	10.0	8.2	-18.2	-10.0	0.0
$G'$	60.0	0.0	60.0	*	*	*	*
$X'$	100.0	0.0	100.0	*	*	*	*
$L'$	2.0	0.0	2.0	*	*	*	*

[ " ]

4. After specialization(2) (Fig.4)

	$x'_{ij}$		$\Sigma$	$F_D$	$\Delta E'$	$F'$	$X'$
$x'_{ij}$	5.0	3.0	8.0	7.7	-3.2	4.5	12.5
	2.5	6.0	8.5	3.3	3.2	6.5	15.0
$G'$	5.0	6.0	11.0	*	*	*	*
$X'$	12.5	15.0	27.5	*	*	*	*
$L'$	0.63	0.38	1.00	*	*	*	*

[ Result of maximization of GDP under the restriction of outputs ( $\gamma_{imin}=0.5, \gamma_{imax}=1.5$ ). ]

4. After specialization(2) (Fig.4)

	$x'_{ij}$		$\Sigma$	$F_D$	$\Delta E'$	$F'$	$X'$
$x'_{ij}$	20.1	3.3	23.4	40.4	3.2	43.6	67.0
	6.7	6.6	13.3	6.4	-3.2	3.2	16.5
$G'$	40.2	6.6	46.8	*	*	*	*
$X'$	67.0	16.5	83.5	*	*	*	*
$L'$	1.34	0.66	2.00	*	*	*	*

[ " ]

5. After specialization(3) (Fig.6(a))

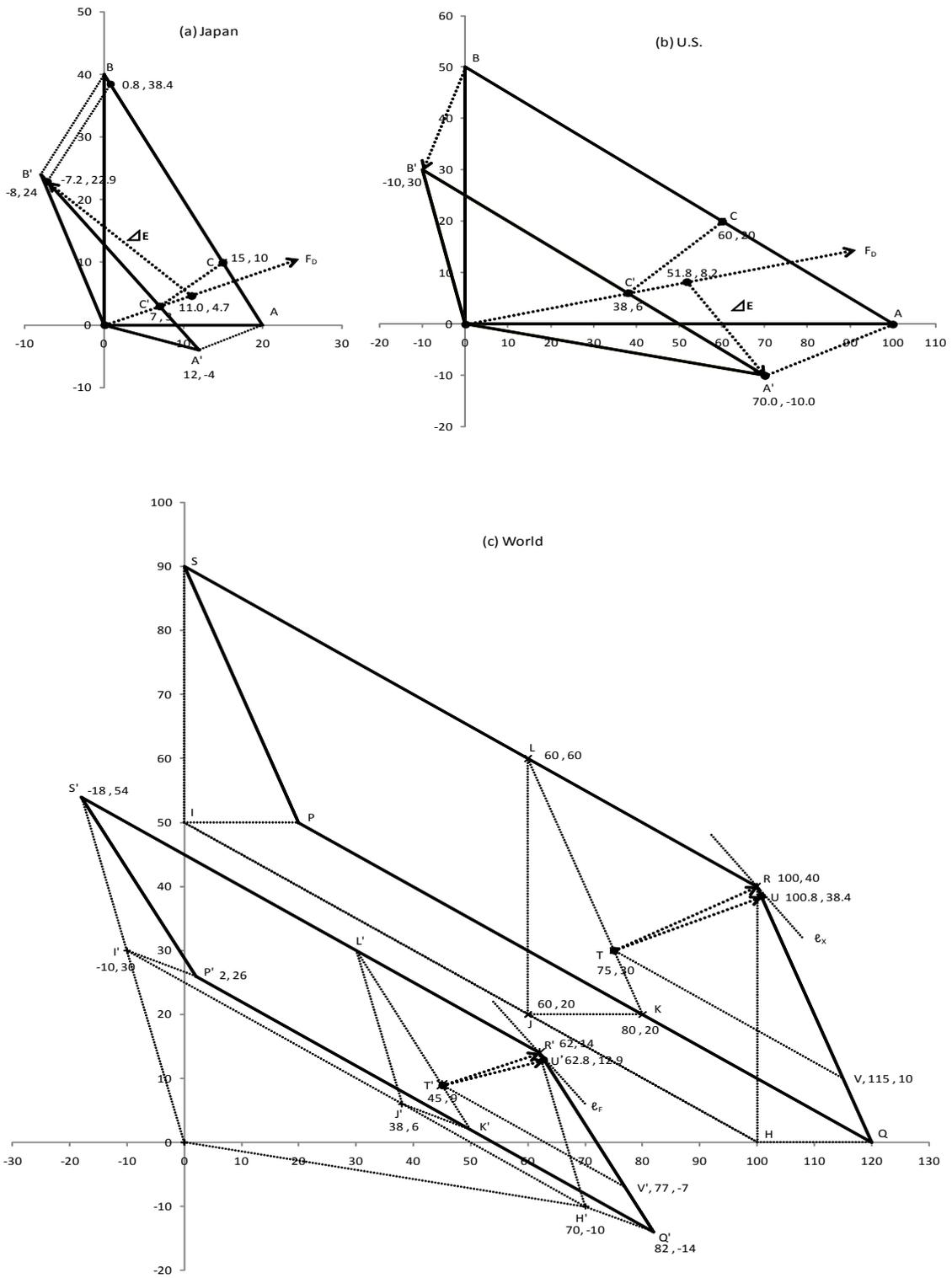
	$x'_{ij}$		$\Sigma$	$F_D$	$\Delta E'$	$F'$	$X'$
$x'_{ij}$	0	5	5	7	-12	-5	0
	0	10	10	3	12	15	25
$G'$	0	10	10				
$X'$	0	25	25				
$L'$	0	0.625	0.625				

[Result of minimization of intermediate demands for manufacturing goods( $\gamma_{imin}=0, \gamma_{imax}=+\infty$ ).]

5. After specialization(3) (Fig.6(b))

	$x'_{ij}$		$\Sigma$	$F_D$	$\Delta E'$	$F'$	$X'$
$x'_{ij}$	21.6	0.4	22	38	12	50	72
	7.2	0.8	8	6	-12	-6	2
$G'$	43.2	0.8	44				
$X'$	72	2	74				
$L'$	1.44	0.08	1.52				

[ " ]

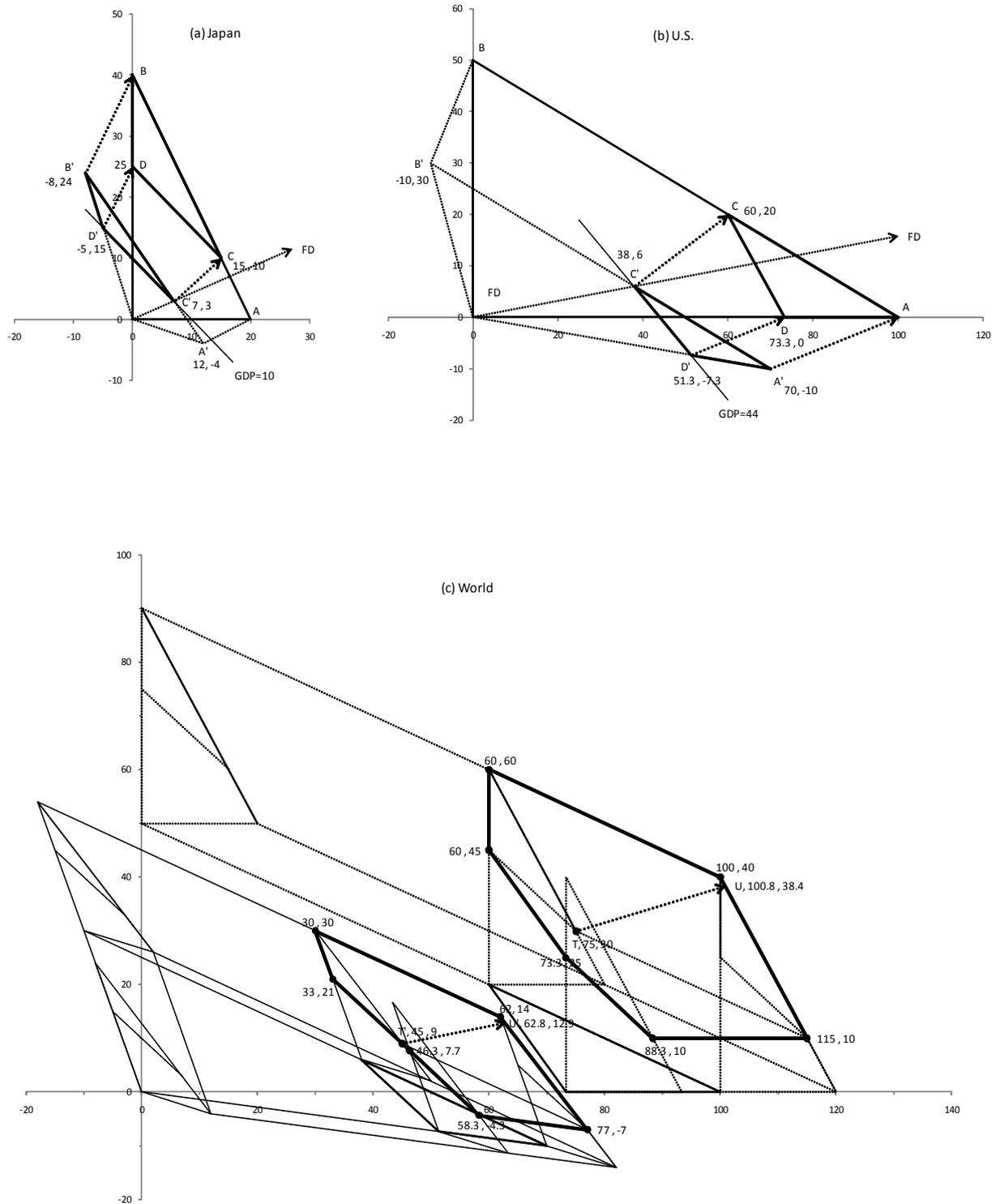


X axis : Output or final demand (Agriculture)  $-10^{10}\$/\text{year}-$   
 Y axis : Output or final demand (Manufacturing)  $-10^{10}\$/\text{year}-$

Figure 3. Combination of Ricardian model and input-output table

(Constraints:  $\sum L'_{Ki} = L^0_K$ )

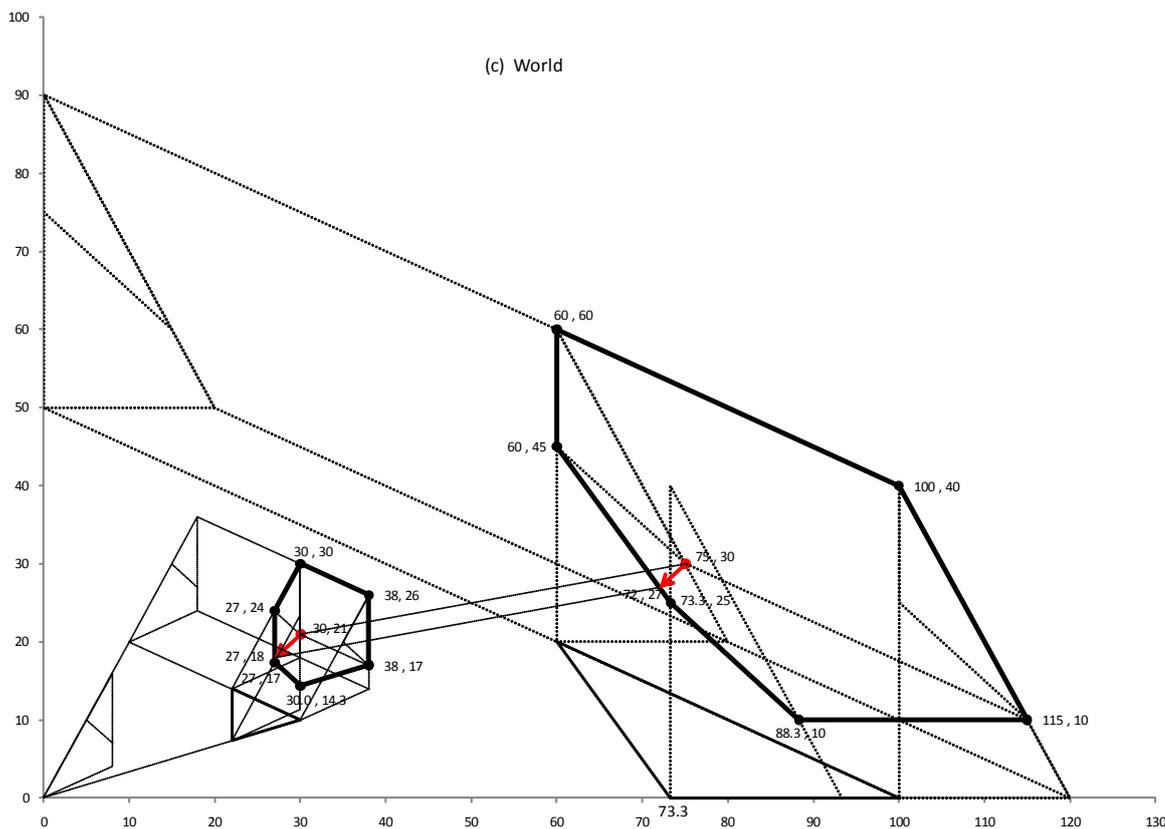
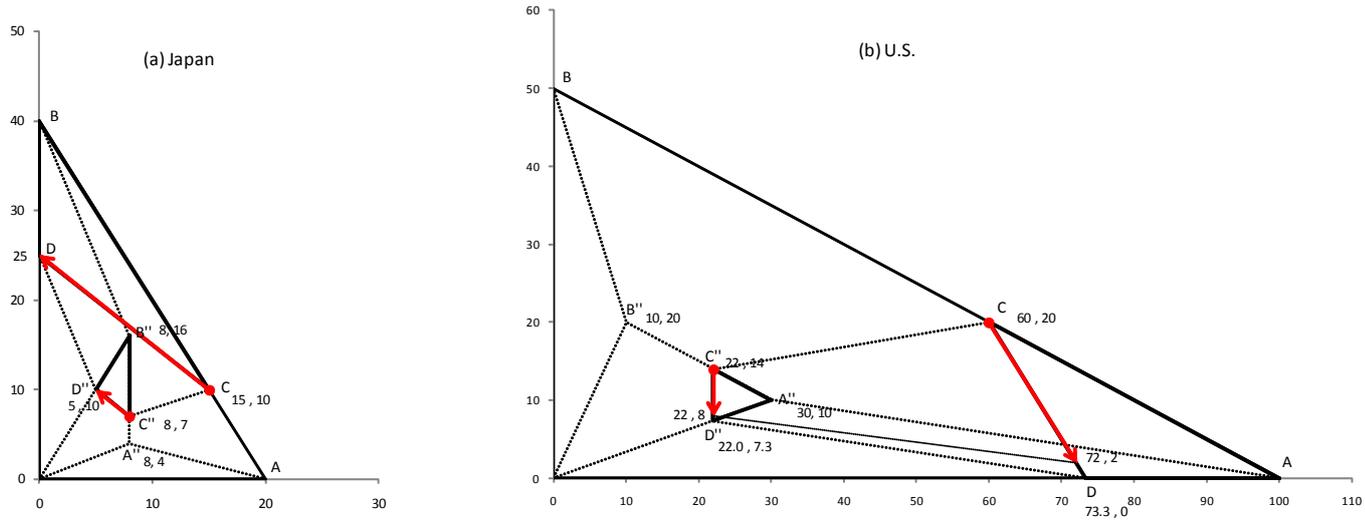




X axis : Output or final demand (Agriculture)  $-10^{10}$ \$/year—  
 Y axis : Output or final demand (Manufacturing)  $-10^{10}$ \$/year—

Figure 5. "Final demand possibility frontiers" in the case where idle labor forces are allowed

$$\left( \text{Constraints: } \sum L'_{Ki} \leq L_K^0, \sum G'_{Ki} \geq G_K^0 \right)$$



X axis : Output or intermediate demand (Agriculture) —  $10^{10}$ \$/year —  
 Y axis : Output or intermediate demand (Manufacturing) —  $10^{10}$ \$/year —

Figure 6. "Intermediate demand possibility frontiers" in the case where idle labor forces are allowed

$$(\text{Constraints: } \sum L'_{Ki} \leq L_K^0, \sum G'_{Ki} \geq G_K^0)$$

Table 4. Output, gross value added, employment and so on in each sector -2000 yr-

Sectors	Japan															USA															China														
	A <sub>5J</sub>	F <sub>5J</sub>	E <sub>5J</sub>	E <sub>5A</sub>	E <sub>5R</sub>	M <sub>5C</sub>	M <sub>5A</sub>	M <sub>5R</sub>	X <sub>J</sub>	G <sub>J</sub>	L <sub>J</sub>	A <sub>5A</sub>	F <sub>5A</sub>	E <sub>5C</sub>	E <sub>5J</sub>	E <sub>5R</sub>	M <sub>5C</sub>	M <sub>5A</sub>	M <sub>5R</sub>	X <sub>A</sub>	G <sub>A</sub>	I <sub>A</sub>	A <sub>5C</sub>	F <sub>5C</sub>	E <sub>5C</sub>	E <sub>5A</sub>	E <sub>5R</sub>	M <sub>5C</sub>	M <sub>5A</sub>	M <sub>5R</sub>	X <sub>C</sub>	G <sub>C</sub>	L <sub>C</sub>												
1 Paddy	2.25	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2.26	1.44	2.46	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	3.09	1.98	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	5.08	3.14	129.10									
2 Other agricultural products	2.93	2.78	0.00	0.00	0.01	0.06	0.37	0.52	4.77	3.09	1.89	8.58	2.75	0.08	0.37	0.54	0.01	0.00	1.19	1.19	11.92	5.67	1.12	7.98	4.20	0.06	0.01	0.32	0.00	0.08	0.28	12.22	7.74	310.58											
3 Livestock and poultry	2.31	0.36	0.00	0.00	0.00	0.01	0.01	0.01	2.64	0.64	0.71	10.43	0.43	0.00	0.01	0.04	0.00	0.00	0.28	10.73	1.64	1.03	3.61	6.35	0.01	0.00	0.02	0.00	0.00	0.00	0.12	9.87	4.75	12.69											
4 Forestry	0.77	0.80	0.00	0.00	0.00	0.02	0.08	0.15	1.32	0.91	0.11	2.61	0.15	0.00	0.08	0.03	0.00	0.00	0.09	2.83	1.39	0.15	0.83	0.40	0.02	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.20	1.07	0.76	1.68											
5 Fishery	1.68	0.42	0.00	0.00	0.00	0.04	0.11	0.21	1.79	1.02	0.31	0.59	0.20	0.00	0.11	0.05	0.03	0.01	0.60	0.37	0.21	0.02	1.28	1.60	0.04	0.03	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	2.96	1.74	3.59											
6 Crude petroleum and natural gas	5.79	-0.02	0.00	0.00	0.00	0.10	0.04	5.56	0.08	0.05	0.00	23.86	1.94	0.00	0.04	0.01	0.00	0.00	9.93	16.01	9.34	0.43	6.02	0.58	0.10	0.01	0.06	0.00	0.00	0.00	1.48	5.29	3.62	0.53											
7 Other mining	2.49	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.06	0.04	1.21	1.20	0.50	4.57	0.41	0.01	0.04	0.12	0.00	0.00	0.31	4.97	2.59	0.26	4.43	0.12	0.06	0.01	0.17	0.00	0.01	0.44	4.33	2.00	6.61												
8 Food, beverage and tobacco	12.70	26.50	0.01	0.04	0.14	0.45	0.72	2.20	36.02	14.28	1.48	20.31	36.04	0.08	0.72	0.73	0.07	0.04	3.48	55.63	19.37	2.14	6.42	11.04	0.45	0.45	0.07	0.55	0.01	0.08	0.39	18.04	5.86	8.45											
9 Textile, leather, and the products thereof	4.01	5.55	0.24	0.05	0.36	1.44	0.08	1.34	7.35	2.76	0.78	7.49	15.06	0.02	0.08	0.25	0.93	0.05	8.66	14.70	5.19	1.27	11.70	4.45	1.44	0.93	3.76	0.24	0.02	1.13	20.89	5.89	19.74												
10 Timber and wooden products	5.22	0.67	0.00	0.00	0.00	0.02	0.11	0.11	0.79	4.91	1.88	10.85	5.13	0.01	0.11	0.16	0.26	0.00	2.43	13.97	4.98	1.23	1.37	0.20	0.11	0.26	0.20	0.00	0.01	0.18	1.95	0.53	5.31												
11 Paper, paper and printing	17.76	1.66	0.04	0.06	0.20	0.02	0.15	0.30	19.25	7.95	0.97	31.44	5.95	0.08	0.15	0.55	0.05	0.06	2.12	37.05	16.40	2.23	4.71	0.38	0.02	0.05	0.13	0.04	0.08	0.46	4.70	1.51	3.40												
12 Chemical products	20.62	2.55	0.44	0.54	2.34	0.12	0.47	1.58	24.32	8.01	0.53	32.53	14.81	0.24	0.47	2.91	0.18	0.54	9.37	44.26	16.13	1.10	18.09	2.14	0.12	0.18	1.04	0.44	0.24	2.01	18.88	5.03	5.51												
13 Petroleum and petro products	9.47	3.85	0.02	0.01	0.25	0.04	0.04	1.47	12.05	5.69	0.04	17.49	8.27	0.01	0.04	0.26	0.02	0.01	2.38	24.60	2.37	0.16	10.15	-0.40	0.04	0.02	0.32	0.02	0.01	0.51	9.60	2.44	0.63												
14 Rubber products	2.21	0.08	0.02	0.12	0.33	0.01	0.02	0.10	2.63	1.03	0.12	2.94	0.96	0.00	0.02	0.07	0.05	0.12	0.60	3.47	1.43	0.23	1.71	0.39	0.01	0.05	0.17	0.02	0.00	0.07	2.24	0.54	0.88												
15 Non-metallic mineral products	7.29	0.31	0.07	0.09	0.31	0.09	0.05	0.16	7.77	3.38	0.41	9.77	0.67	0.02	0.05	0.15	0.19	0.09	1.08	9.67	4.65	0.62	6.67	0.63	0.09	0.19	0.31	0.07	0.02	0.12	7.68	2.35	7.25												
16 Metal products	32.33	0.69	0.43	0.39	1.91	0.25	0.22	1.60	33.67	11.73	1.40	44.46	5.08	0.10	0.22	0.80	0.57	0.39	5.91	46.00	17.32	2.90	19.75	-0.15	0.25	0.57	1.38	0.43	0.10	1.61	19.65	4.54	7.79												
17 Machinery	35.89	33.58	1.50	5.74	13.88	0.73	1.81	5.21	82.83	30.34	3.53	52.10	49.35	0.75	1.81	9.30	2.36	5.74	23.60	91.82	39.37	4.82	25.23	12.36	0.73	2.36	4.95	1.50	0.75	5.60	37.79	9.79	16.02												
18 Transport equipment	23.33	13.36	0.13	4.36	6.33	0.06	0.60	0.93	45.93	12.54	1.68	31.40	56.28	0.15	0.60	3.74	0.25	4.36	16.07	78.78	25.48	4.74	6.60	4.87	0.06	0.25	0.58	0.13	0.15	0.34	11.73	3.04	5.47												
19 Other manufacturing products	12.43	5.49	0.14	0.65	1.56	0.29	0.50	1.51	17.97	6.56	1.10	21.47	15.58	0.12	0.50	2.12	1.14	0.65	6.70	34.01	15.26	2.09	5.95	0.13	0.29	1.14	1.81	0.14	0.12	0.51	8.56	2.31	8.74												
20 Electricity, gas, and water supply	14.98	6.91	0.00	0.00	0.03	0.00	0.00	0.00	21.92	11.78	0.36	24.53	17.26	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.29	41.61	18.44	1.02	10.55	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	11.60	4.75	4.47												
21 Construction	8.33	63.40	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	71.74	32.84	6.58	11.20	79.90	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	91.12	39.01	9.47	1.65	25.14	0.00	0.00	0.00	0.03	0.00	0.00	0.05	26.76	7.38	19.14											
22 Trade and transport	55.47	67.83	0.41	1.42	6.44	0.59	1.15	3.92	125.90	82.17	17.23	98.54	135.86	0.26	1.15	4.19	1.10	1.42	3.83	244.87	149.30	28.42	18.39	4.07	0.59	1.10	1.74	0.41	0.26	0.66	24.56	11.96	55.07												
23 Services	119.23	190.31	0.00	0.00	1.98	0.00	0.03	5.20	306.30	203.27	24.15	348.30	458.28	0.00	0.03	0.10	0.01	0.00	15.74	806.71	515.23	74.37	20.36	18.44	0.00	0.01	0.66	0.00	0.00	0.00	0.56	38.91	19.80	62.09											
24 Public administration	0.66	32.96	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	33.61	24.21	2.01	0.00	109.35	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	109.35	68.21	4.31	0.00	6.74	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02	6.75	3.10	16.77												
25 Total of all sectors	400.16	460.07	3.45	13.49	36.13	4.49	6.61	33.97	868.23	468.06	68.29	815.47	1019.71	1.93	6.61	26.14	7.25	13.49	114.66	1794.46	978.99	144.13	196.54	106.67	4.49	7.25	18.31	3.45	1.93	16.76	311.11	114.58	711.50												

A<sub>5J</sub>: Intermediate demand (Japan) X<sub>J</sub>: Output ( " )  
F<sub>5J</sub>: Final domestic demand ( " ) E<sub>5C</sub>: Export to China ( " ) M<sub>5C</sub>: Import from China ( " )  
E<sub>5A</sub>: Export to the USA ( " ) E<sub>5A</sub>: Export to the USA ( " ) M<sub>5A</sub>: Import from the USA ( " )  
E<sub>5R</sub>: Export to other countries ( " ) M<sub>5R</sub>: Import from other countries ( " ) L<sub>J</sub>: Employment ( " ) etc.

Table 5. Aggregation of sectors

24 sectors		15 sectors		14 sectors		3 sectors	
1	Paddy	1	Agri etc.	1	Primary industries	1	Primary industries
2	Other agricultural products	1	Agri etc.	1	Primary industries	1	Primary industries
3	Livestock and poultry	1	Agri etc.	1	Primary industries	1	Primary industries
4	Forestry	2	Forestry	1	Primary industries	1	Primary industries
5	Fishery	1	Agri etc.	1	Primary industries	1	Primary industries
6	Crude petroleum and natural gas	3	Mining	2	Mining	2	Secondary industries
7	Other mining	3	Mining	2	Mining	2	Secondary industries
8	Food, beverage and tobacco	4	Food, beverage and tobacco	3	Food, beverage and tobacco	2	Secondary industries
9	Textile, leather, and the products thereof	11	Other manufacturing products	10	Other manufacturing products	2	Secondary industries
10	Timber and wooden products	11	Other manufacturing products	10	Other manufacturing products	2	Secondary industries
11	Pulp, paper and printing	11	Other manufacturing products	10	Other manufacturing products	2	Secondary industries
12	Chemical products	5	Chemical products	4	Chemical products	2	Secondary industries
13	Petroleum and petro products	6	Petroleum and petro products	5	Petroleum and petro products	2	Secondary industries
14	Rubber products	7	Rubber products	6	Rubber products	2	Secondary industries
15	Non-metallic mineral products	11	Other manufacturing products	10	Other manufacturing products	2	Secondary industries
16	Metal products	8	Metal products	7	Metal products	2	Secondary industries
17	Machinery	9	Machinery	8	Machinery	2	Secondary industries
18	Transport equipment	10	Transport equipment	9	Transport equipment	2	Secondary industries
19	Other manufacturing products	11	Other manufacturing products	10	Other manufacturing products	2	Secondary industries
20	Electricity, gas, and water supply	12	Electricity, gas, and water supply	11	Electricity, gas, and water supply	3	Tertiary industries
21	Construction	13	Construction	12	Construction	3	Tertiary industries
22	Trade and transport	14	Services	13	Services	3	Tertiary industries
23	Services	14	Services	13	Services	3	Tertiary industries
24	Public administration	15	Public administration	14	Public administration	3	Tertiary industries

Table 6. Optimal outputs etc. that maximize the total GDP in three countries – 15 Sectors,  $\gamma_{\min} = 0.5$ ,  $\gamma_{\max} = 1.5$  –

Sectors	$X_j^0$	$X_A^0$	$X_C^0$	$X_{W0}$	$X_j$	$X_A$	$X_C$	$X_W$	$X_j/X_j^0$	$X_A/X_A^0$	$X_C/X_C^0$	$X_W/X_W^0$	$\Delta G_j$	$\Delta G_A$	$\Delta G_C$	$\Delta G_W$	$\Delta L_j$	$\Delta L_A$	$\Delta L_C$
1 Agri. & Fishery	11.5	23.0	30.1	64.6	5.7	34.5	26.9	67.2	0.50	1.50	0.89	1.04	-3.09	3.76	-1.87	-1.20	-2.69	1.09	-49.03
2 Forestry	1.3	2.8	1.1	5.2	1.0	4.2	0.5	5.7	0.74	1.50	0.50	1.10	-0.24	0.70	-0.38	0.07	-0.03	0.08	-0.84
3 Mining	1.3	21.0	9.6	31.9	0.6	28.5	4.8	34.0	0.50	1.36	0.50	1.07	-0.27	4.29	-2.81	1.21	-0.02	0.25	-3.57
4 Food etc.	36.0	55.6	18.0	109.7	21.1	83.4	9.0	113.6	0.59	1.50	0.50	1.04	-5.92	9.68	-2.93	0.83	-0.61	1.07	-4.22
5 Chemical products	24.3	44.3	18.9	87.5	12.7	66.4	9.4	88.6	0.52	1.50	0.50	1.01	-3.82	8.07	-2.52	1.73	-0.25	0.55	-2.75
6 Petroleum etc.	12.0	24.6	9.6	46.2	18.1	25.7	4.8	48.5	1.50	1.04	0.50	1.05	2.84	0.10	-1.22	1.73	0.02	0.01	-0.32
7 Rubber products	2.6	3.5	2.2	8.3	3.9	1.7	3.1	8.8	1.50	0.50	1.39	1.05	0.51	-0.71	0.21	0.01	0.06	-0.12	0.34
8 Metal products	33.7	46.0	19.7	99.3	50.4	23.0	29.5	102.9	1.50	0.50	1.50	1.04	5.83	-8.66	2.27	-0.56	0.70	-1.45	3.89
9 Machinery	82.8	91.8	37.8	212.4	56.0	137.7	20.5	214.3	0.68	1.50	0.54	1.01	-9.83	19.68	-4.47	5.39	-1.14	2.41	-7.32
10 Transport eq.	45.9	78.8	11.7	136.4	68.9	57.9	17.6	144.4	1.50	0.74	1.50	1.06	6.27	-6.75	1.52	1.05	0.84	-1.26	2.74
11 Other manuf.	57.2	109.4	43.8	210.4	28.6	139.2	44.6	212.5	0.50	1.27	1.02	1.01	-11.26	12.67	0.23	1.64	-1.82	2.03	0.82
12 Electricity etc.	21.9	41.6	11.6	75.1	21.8	43.1	11.5	76.4	0.99	1.03	0.99	1.02	-0.06	0.65	-0.04	0.54	0.00	0.04	-0.04
13 Construction	71.7	91.1	26.8	189.6	74.1	92.2	28.3	194.7	1.03	1.01	1.06	1.03	1.09	0.47	0.43	1.99	0.22	0.11	1.13
14 Services	432.2	1051.6	63.5	1547.3	480.9	1001.8	95.2	1577.9	1.11	0.95	1.50	1.02	32.14	-31.44	15.88	16.58	4.66	-4.86	58.58
15 Public admi.	33.6	109.3	6.8	149.7	34.8	110.9	7.0	152.6	1.03	1.01	1.04	1.02	0.82	0.94	0.11	1.88	0.07	0.06	0.60
16 Total of all sectors	868.2	1794.5	311.1	2973.8	878.7	1850.4	312.8	3041.9	1.01	1.03	1.01	1.02	15.02	13.46	4.42	32.90	0.00	0.00	0.00

$X_j^0$ : Output before specialization (Japan),  $X_j$ : Output after specialization (Japan)  
 $\Delta G_j \equiv G_j - G_j^0$  ( $G_j^0$ : Gross value added before specialization,  $G_j$ : " after specialization; Japan)  
 $\Delta L_j \equiv L_j - L_j^0$  ( $L_j^0$ : Employment before specialization,  $L_j$ : " after specialization; Japan) etc.

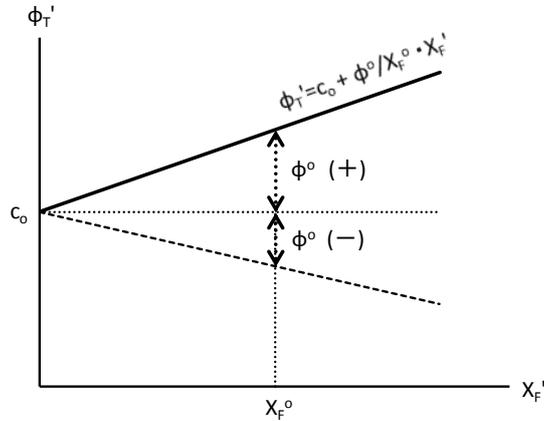
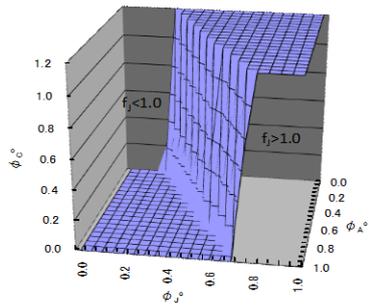


Figure 7. Public benefit  $\phi_T'$  as a function of  $X_F'$

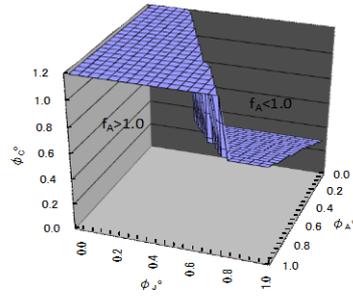
Table 7 . Impact of the public benefits from forestry on optimal outputs etc.

–  $\varphi_{I_0} = 3.0, \varphi_{A_0} = 5.0, \varphi_{C_0} = 3.0$ ; 15 Sectors,  $\gamma_{\min} = 0.5, \gamma_{\max} = 1.5$  –

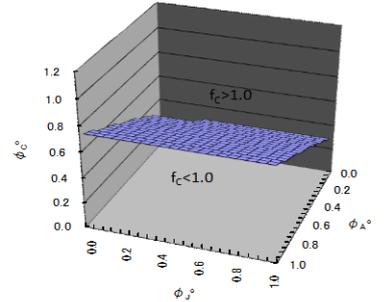
Sectors	$X_J^0$	$X_A^0$	$X_C^0$	$X_{W_0}$	$X_J$	$X_A$	$X_C$	$X_W$	$X_J/X_J^0$	$X_A/X_A^0$	$X_C/X_C^0$	$X_W/X_W^0$	$\Delta G_J$	$\Delta G_A$	$\Delta G_C$	$\Delta G_W$	$\Delta L_J$	$\Delta L_A$	$\Delta L_C$
1 Agri. & Fishery	11.5	23.0	30.1	64.6	5.7	34.3	27.0	67.0	0.50	1.49	0.90	1.04	-3.09	3.68	-1.82	-1.24	-2.69	1.06	-47.78
2 Forestry	1.3	2.8	1.1	5.2	2.0	1.8	1.6	5.4	1.50	0.65	1.50	1.04	0.46	-0.49	0.38	0.35	0.05	-0.05	0.84
3 Mining	1.3	21.0	9.6	31.9	0.6	28.4	4.8	33.9	0.50	1.35	0.50	1.06	-0.27	4.23	-2.81	1.15	-0.02	0.24	-3.57
4 Food etc.	36.0	55.6	18.0	109.7	21.0	83.4	9.0	113.5	0.58	1.50	0.50	1.03	-5.94	9.68	-2.93	0.81	-0.62	1.07	-4.22
5 Chemical products	24.3	44.3	18.9	87.5	12.5	66.4	9.4	88.4	0.51	1.50	0.50	1.01	-3.89	8.07	-2.52	1.66	-0.26	0.55	-2.75
6 Petroleum etc.	12.0	24.6	9.6	46.2	18.1	25.6	4.8	48.4	1.50	1.04	0.50	1.05	2.84	0.09	-1.22	1.72	0.02	0.01	-0.32
7 Rubber products	2.6	3.5	2.2	8.3	3.7	1.7	3.4	8.8	1.40	0.50	1.50	1.05	0.41	-0.71	0.27	-0.03	0.05	-0.12	0.44
8 Metal products	33.7	46.0	19.7	99.3	50.1	23.0	29.5	102.6	1.49	0.50	1.50	1.03	5.72	-8.66	2.27	-0.67	0.68	-1.45	3.89
9 Machinery	82.8	91.8	37.8	212.4	57.5	137.7	18.9	214.1	0.69	1.50	0.50	1.01	-9.29	19.68	-4.90	5.50	-1.08	2.41	-8.01
10 Transport eq.	45.9	78.8	11.7	136.4	68.9	57.8	17.6	144.3	1.50	0.73	1.50	1.06	6.27	-6.77	1.52	1.02	0.84	-1.26	2.74
11 Other manuf.	57.2	109.4	43.8	210.4	28.6	141.0	42.4	212.0	0.50	1.29	0.97	1.01	-11.26	13.42	-0.40	1.76	-1.82	2.15	-1.40
12 Electricity etc.	21.9	41.6	11.6	75.1	21.8	43.1	11.4	76.2	0.99	1.04	0.98	1.02	-0.07	0.65	-0.08	0.50	0.00	0.04	-0.08
13 Construction	71.7	91.1	26.8	189.6	74.1	92.2	28.3	194.6	1.03	1.01	1.06	1.03	1.10	0.46	0.42	1.97	0.22	0.11	1.09
14 Services	432.2	1051.6	63.5	1547.3	479.7	1002.3	95.2	1577.2	1.11	0.95	1.50	1.02	31.35	-31.13	15.88	16.10	4.55	-4.82	58.58
15 Public adm.	33.6	109.3	6.8	149.7	34.8	110.8	7.0	152.6	1.03	1.01	1.03	1.02	0.83	0.92	0.10	1.85	0.07	0.06	0.56
16 Total of all sectors	868.2	1794.5	311.1	2973.8	879.1	1849.7	310.2	3039.0	1.01	1.03	1.00	1.02	15.16	13.12	4.17	32.45	0.00	0.00	0.00



(a) Japanese Forestry

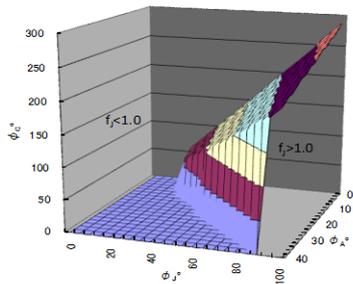


(b) U.S.'s Forestry

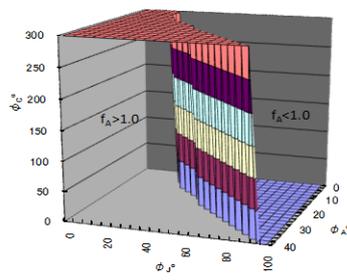


(c) Chinese Forestry

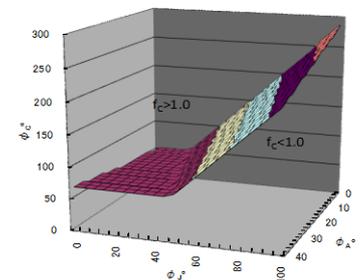
Figure 8. "Reverse Domain" of Japanese, U.S.'s, Chinese Forestry -for 15 sectors-



(a) Japanese Forestry



(b) U.S.'s Forestry



(c) Chinese Forestry

Figure 9. "Reverse Domain" of Japanese, U.S.'s, Chinese Agriculture etc. -for 14 sectors-

Table 8. Optimal outputs that minimize the total intermediate inputs of "mining" in three countries<sup>1</sup> - 15 Sectors,  $\gamma_{\min} = 0.5$ ,  $\gamma_{\max} = 1.5$  -

Sect.	$X_j^0/X_j^o$	$X_A/X_A^o$	$X_C/X_C^o$	$X_W/X_W^o$	$\Delta G_j$	$\Delta G_A$	$\Delta G_C$	$\Delta G_W$	$\Delta L_j$	$\Delta L_A$	$\Delta L_C$	$A_{Xj}^0$	$A_{XA}^0$	$A_{XC}^0$	$A_{XW}^0$	$A_{Xj}^1$	$A_{XA}^1$	$A_{XC}^1$	$A_{XW}^1$	$\Delta A_{Xj}$	$\Delta A_{XA}$	$\Delta A_{XC}$	$\Delta A_{XW}$
1 Agri. & Fishery	1.03	1.05	0.99	1.02	0.20	0.35	-0.16	0.39	0.17	0.10	-4.32	9.2	19.6	16.0	44.7	5.8	22.2	17.8	45.9	-3.3	2.6	1.9	1.2
2 Forestry	1.50	0.74	1.50	1.09	0.46	-0.36	0.38	0.48	0.05	-0.04	0.84	0.8	2.6	0.8	4.2	0.6	3.2	0.9	4.7	-0.2	0.6	0.1	0.5
3 Mining	0.90	0.50	1.50	0.82	-0.06	-5.97	2.81	-3.27	0.00	-0.34	3.57	8.3	28.4	10.4	47.2	9.9	20.0	11.4	41.3	1.6	-8.4	1.0	-5.8
4 Food etc.	0.50	1.20	1.41	1.00	-7.14	3.79	2.39	-0.95	-0.74	0.42	3.45	12.7	20.3	6.4	39.4	10.9	21.4	7.4	39.7	-1.8	1.1	1.0	0.2
5 Chemical products	1.50	0.92	0.50	0.99	4.01	-1.34	-2.52	0.15	0.27	-0.09	-2.75	20.6	32.5	18.1	71.2	22.2	34.8	13.3	70.3	1.6	2.2	-4.8	-0.9
6 Petroleum etc.	1.50	0.50	1.48	0.96	2.84	-1.18	1.17	2.83	0.02	-0.08	0.30	9.5	17.5	10.2	37.1	10.0	15.7	9.8	35.4	0.5	-1.8	-0.4	-1.7
7 Rubber products	0.50	1.12	1.50	1.02	-0.51	0.17	0.27	-0.08	-0.06	0.03	0.44	2.2	2.9	1.7	6.9	2.4	3.0	1.7	7.1	0.2	0.0	0.0	0.2
8 Metal products	0.50	1.50	0.50	0.96	-5.86	8.66	-2.27	0.53	-0.70	1.45	-3.89	32.3	44.5	19.7	96.5	24.5	54.6	13.8	92.9	-7.8	10.1	-5.9	-3.7
9 Machinery	0.63	1.50	0.50	0.98	-11.36	19.68	-4.90	3.43	-1.32	2.41	-8.01	35.9	52.1	25.2	113.2	27.6	61.4	20.2	109.2	-8.3	9.3	-5.0	-4.0
10 Transport eq.	1.50	0.70	1.50	1.04	6.27	-7.63	1.52	0.16	0.84	-1.42	2.74	23.3	31.4	6.6	61.3	32.7	25.2	8.7	66.6	9.3	-6.2	2.1	5.2
11 Other manuf.	0.50	1.40	0.50	0.97	-11.26	18.73	-6.30	1.17	-1.82	3.00	-22.21	46.7	81.0	30.4	158.1	39.3	89.9	22.5	151.7	-7.5	8.9	-7.9	-6.4
12 Electricity etc.	0.97	1.01	0.85	0.97	-0.36	0.21	-0.69	-0.85	-0.01	0.01	-0.65	15.0	24.5	10.5	50.1	14.3	25.0	8.9	48.2	-0.7	0.5	-1.7	-1.9
13 Construction	1.00	1.00	1.01	1.00	0.03	-0.05	0.07	0.06	0.01	-0.01	0.19	8.3	11.2	1.6	21.2	8.4	11.1	1.9	21.4	0.1	-0.1	0.3	0.2
14 Services	1.08	0.95	1.26	1.00	22.70	-35.07	8.23	-4.14	3.29	-5.42	30.37	174.7	446.8	38.8	660.3	171.1	447.4	37.1	655.6	-3.6	0.6	-1.6	-4.7
15 Public adm.	1.00	1.00	1.00	1.00	0.04	0.01	-0.01	0.04	0.00	0.00	-0.05	0.7	0.0	0.0	0.7	0.7	0.0	0.0	0.7	0.1	0.0	0.0	0.1
16 Total of all sectors	0.98	1.01	0.93	0.99	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	400.2	815.5	196.5	1412.2	380.3	834.9	175.5	1390.7	-19.9	19.4	-21.0	-21.5

$A_{Xj}^0$ : Intermediate input before specialization (Japan),  $A_{Xj}^1$ : Intermediate input after specialization (Japan),  $\Delta A_{Xj} \equiv A_{Xj}^1 - A_{Xj}^0$ , etc.

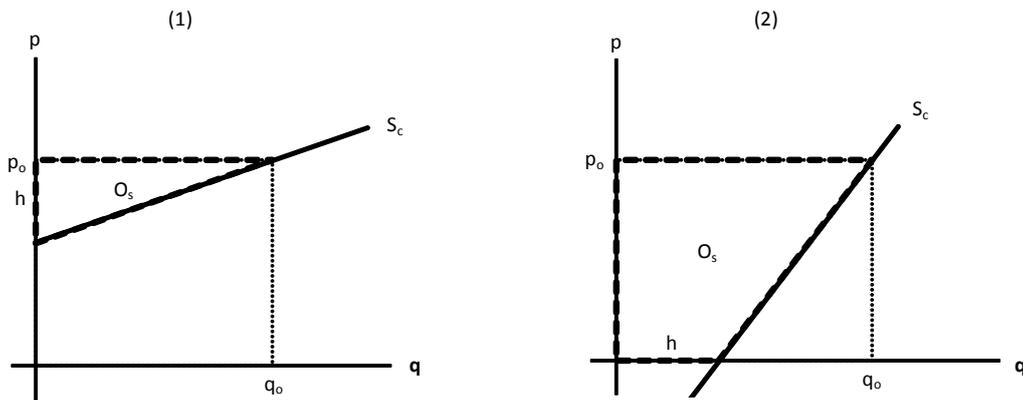


Figure 10. Identification of supply curve by operating surplus

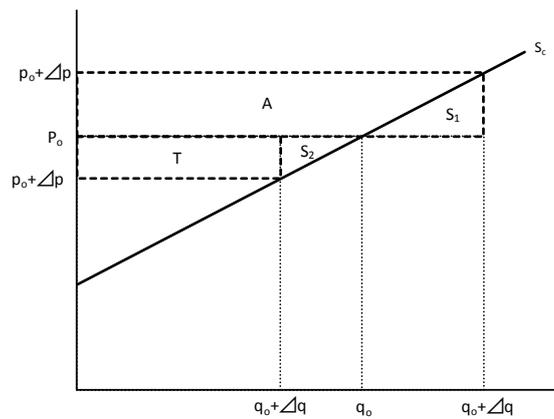


Figure 11. Subsidy or tax toward optimal output

Table 9. "Coefficient of operating surplus"

	Output (Xo)			Operating surplus (Os)			"Coefficient of operating surplus" ( $\sigma \equiv Os/Xo$ )		
	Japan	USA	Chi	Japan	USA	Chi	Japan	USA	Chi
1 Agri etc.	11.5	23.0	30.1	3.7	5.1	0.9	0.32	0.22	0.03
2 Forestry	1.3	2.8	1.1	0.6	1.0	0.0	0.46	0.34	0.04
3 mining	1.3	21.0	9.6	0.1	6.6	1.7	0.11	0.32	0.17
4 Food, beverage and	36.0	55.6	18.0	4.1	9.0	1.2	0.11	0.16	0.06
5 Chemical products	24.3	44.3	18.9	1.8	8.9	0.9	0.07	0.20	0.05
6 Petroleum and petro	12.0	24.6	9.6	0.2	1.2	0.6	0.01	0.05	0.06
7 Rubber products	2.6	3.5	2.2	0.1	0.3	0.1	0.06	0.09	0.02
8 Metal products	33.7	46.0	19.7	1.7	4.8	1.1	0.05	0.10	0.05
9 Machinery	82.8	91.8	37.8	3.7	14.9	2.1	0.04	0.16	0.06
10 Transport equipment	45.9	78.8	11.7	0.8	7.3	0.4	0.02	0.09	0.04
11 Other manufacturing	57.2	109.4	43.8	3.6	15.6	1.9	0.06	0.14	0.04
12 Electricity, gas, and	21.9	41.6	11.6	3.2	10.7	1.0	0.14	0.26	0.09
13 Construction	71.7	91.1	26.8	1.3	4.6	1.3	0.02	0.05	0.05
14 Services	432.2	1051.6	63.5	65.5	234.6	4.1	0.15	0.22	0.07
15 Public administrator	33.6	109.3	6.8	0.0	9.8	0.1	0.00	0.09	0.01
16 Total of all sectors	868.2	1794.5	311.1	90.3	334.5	17.4	0.10	0.19	0.06

Table 10. Estimated subsidies etc. toward optimal outputs (1) ( $\varphi_J^0=0, \varphi_A^0=0, \varphi_C^0=0, Y_{min}, Y_{max}=1.0 \pm 0.2$ )

	"Rate of output increase" ( $\gamma \equiv X'/Xo$ )			Rate of price increase ( $\delta p=2\sigma(\gamma-1)$ )			Subsidy (+), Production tax (-) ( $A=2\sigma\gamma(\gamma-1)Xo$ )			Increment of GDP by output rearrangement ( $\Delta GDP$ )				(Ref.) Loss of economic welfare (-) ( $\Delta Y=-\sigma(\gamma-1)^2Xo$ )			
	Japan	USA	Chi	Japan	USA	Chi	Japan	USA	Chi	Japan	USA	Chi	World	Japan	USA	Chi	World
1 Agri etc.	0.80	1.20	0.96	-0.13	0.09	0.00	-1.2	2.5	-0.1	-1.2	1.5	-0.7	-0.5	-0.1	-0.2	0.0	-0.4
2 Forestry	0.90	1.20	0.80	-0.10	0.14	-0.02	-0.1	0.5	0.0	-0.1	0.3	-0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
3 mining	0.80	1.14	0.80	-0.05	0.09	-0.07	0.0	2.2	-0.5	-0.1	1.7	-1.1	0.5	0.0	-0.1	-0.1	-0.2
4 Food, beverage and	0.83	1.20	0.80	-0.04	0.06	-0.03	-1.1	4.3	-0.4	-2.4	3.9	-1.2	0.3	-0.1	-0.4	0.0	-0.5
5 Chemical products	0.81	1.20	0.80	-0.03	0.08	-0.02	-0.6	4.3	-0.3	-1.5	3.2	-1.0	0.7	-0.1	-0.4	0.0	-0.5
6 Petroleum and petro	1.20	1.02	0.80	0.01	0.00	-0.02	0.1	0.0	-0.2	1.1	0.0	-0.5	0.7	0.0	0.0	0.0	0.0
7 Rubber products	1.20	0.80	1.16	0.02	-0.04	0.01	0.1	-0.1	0.0	0.2	-0.3	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
8 Metal products	1.20	0.80	1.20	0.02	-0.04	0.02	0.8	-1.5	0.5	2.3	-3.5	0.9	-0.2	-0.1	-0.2	0.0	-0.3
9 Machinery	0.87	1.20	0.83	-0.01	0.06	-0.02	-0.9	7.1	-0.6	-4.1	7.9	-1.7	2.1	-0.1	-0.6	-0.1	-0.7
10 Transport equipment	1.20	0.89	1.20	0.01	-0.02	0.01	0.4	-1.4	0.2	2.5	-2.7	0.6	0.4	0.0	-0.1	0.0	-0.1
11 Other manufacturing	0.80	1.11	1.00	-0.03	0.03	0.00	-1.1	3.8	0.0	-4.5	5.1	0.0	0.7	-0.1	-0.2	0.0	-0.3
12 Electricity, gas, and	1.00	1.02	0.99	0.00	0.01	0.00	0.0	0.4	0.0	0.0	0.3	0.0	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0
13 Construction	1.01	1.00	1.02	0.00	0.00	0.00	0.0	0.0	0.1	0.4	0.2	0.2	0.8	0.0	0.0	0.0	0.0
14 Services	1.05	0.98	1.20	0.01	-0.01	0.03	6.2	-8.8	2.0	13.0	-12.7	6.4	6.7	-0.1	-0.1	-0.2	-0.4
15 Public administrator	1.01	1.01	1.01	0.00	0.00	0.00	0.0	0.1	0.0	0.3	0.4	0.0	0.8	0.0	0.0	0.0	0.0
16 Total of all sectors	1.00	1.01	1.00	**	**	**	2.5	13.4	0.7	6.0	5.4	1.8	13.2	-0.8	-2.3	-0.5	-3.5

Table 11. Estimated subsidies etc. toward optimal outputs (2) ( $\varphi_J^0=3.0, \varphi_A^0=5.0, \varphi_C^0=3.0, Y_{min}, Y_{max}=1.0 \pm 0.2$ )

	"Rate of output increase" ( $\gamma \equiv X'/Xo$ )			Rate of price increase ( $\delta p=2\sigma(\gamma-1)$ )			Subsidy (+), Production tax (-) ( $A=2\sigma\gamma(\gamma-1)Xo$ )			Increment of GDP by output rearrangement ( $\Delta GDP$ )				(Ref.) Loss of economic welfare (-) ( $\Delta Y=-\sigma(\gamma-1)^2Xo$ )			
	Japan	USA	Chi	Japan	USA	Chi	Japan	USA	Chi	Japan	USA	Chi	World	Japan	USA	Chi	World
1 Agri etc.	0.80	1.20	0.96	-0.13	0.09	0.00	-1.2	2.4	-0.1	-1.2	1.5	-0.7	-0.5	-0.1	-0.2	0.0	-0.3
2 Forestry	1.20	0.86	1.20	0.18	-0.10	0.02	0.3	-0.2	0.0	0.2	-0.2	0.2	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0
3 mining	0.80	1.14	0.80	-0.05	0.09	-0.07	0.0	2.2	-0.5	-0.1	1.7	-1.1	0.5	0.0	-0.1	-0.1	-0.2
4 Food, beverage and	0.83	1.20	0.80	-0.04	0.06	-0.03	-1.1	4.3	-0.4	-2.4	3.9	-1.2	0.3	-0.1	-0.4	0.0	-0.5
5 Chemical products	0.81	1.20	0.80	-0.03	0.08	-0.02	-0.6	4.3	-0.3	-1.5	3.2	-1.0	0.7	-0.1	-0.4	0.0	-0.5
6 Petroleum and petro	1.20	1.02	0.80	0.01	0.00	-0.02	0.1	0.0	-0.2	1.1	0.0	-0.5	0.7	0.0	0.0	0.0	0.0
7 Rubber products	1.16	0.80	1.20	0.02	-0.04	0.01	0.1	-0.1	0.0	0.2	-0.3	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
8 Metal products	1.20	0.80	1.20	0.02	-0.04	0.02	0.8	-1.5	0.5	2.3	-3.5	0.9	-0.3	-0.1	-0.2	0.0	-0.3
9 Machinery	0.88	1.20	0.80	-0.01	0.06	-0.02	-0.8	7.1	-0.7	-3.7	7.9	-2.0	2.2	-0.1	-0.6	-0.1	-0.7
10 Transport equipment	1.20	0.89	1.20	0.01	-0.02	0.01	0.4	-1.4	0.2	2.5	-2.7	0.6	0.4	0.0	-0.1	0.0	-0.1
11 Other manufacturing	0.80	1.11	0.99	-0.03	0.03	0.00	-1.1	4.0	0.0	-4.5	5.3	-0.1	0.7	-0.1	-0.2	0.0	-0.3
12 Electricity, gas, and	1.00	1.02	0.99	0.00	0.01	0.00	0.0	0.4	0.0	0.0	0.3	-0.1	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0
13 Construction	1.01	1.00	1.02	0.00	0.00	0.00	0.0	0.0	0.1	0.4	0.2	0.2	0.8	0.0	0.0	0.0	0.0
14 Services	1.04	0.98	1.20	0.01	-0.01	0.03	6.0	-8.6	2.0	12.5	-12.4	6.4	6.5	-0.1	-0.1	-0.2	-0.4
15 Public administrator	1.01	1.01	1.01	0.00	0.00	0.00	0.0	0.1	0.0	0.3	0.4	0.0	0.7	0.0	0.0	0.0	0.0
16 Total of all sectors	1.01	1.01	1.00	**	**	**	2.8	12.9	0.6	6.1	5.3	1.7	13.0	-0.8	-2.2	-0.5	-3.5

Table 12. Estimated subsidies etc. toward optimal outputs (3) ( $\varphi_J^0=0, \varphi_A^0=0, \varphi_C^0=0, \gamma_{\min}, \gamma_{\max}=1.0\pm 0.2$ )

	"Rate of output increase" ( $\gamma \equiv X'/X_0$ )			Rate of price increase ( $\delta p=2\sigma (\gamma -1)$ )			Subsidy (+), Production tax (-) ( $A=2\sigma \gamma (\gamma -1)X_0$ )			Increment of GDP by output rearrangement ( $\Delta GDP$ )				(Ref.) Loss of economic welfare (-) ( $\Delta Y=-\sigma (\gamma -1)^2 X_0$ )			
	Japan	USA	Chi	Japan	USA	Chi	Japan	USA	Chi	Japan	USA	Chi	World	Japan	USA	Chi	World
1 Agri etc.	1.01	1.02	1.00	0.01	0.01	0.00	0.1	0.2	0.0	0.1	0.1	-0.1	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0
2 Forestry	1.20	0.90	1.20	0.18	-0.07	0.02	0.3	-0.2	0.0	0.2	-0.1	0.2	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0
3 mining	0.96	0.80	1.20	-0.01	-0.13	0.07	0.0	-2.1	0.8	0.0	-2.4	1.1	-1.3	0.0	-0.3	-0.1	-0.3
4 Food, beverage and	0.80	1.08	1.16	-0.05	0.03	0.02	-1.3	1.5	0.4	-2.9	1.5	1.0	-0.4	-0.2	-0.1	0.0	-0.2
5 Chemical products	1.20	0.97	0.80	0.03	-0.01	-0.02	0.9	-0.6	-0.3	1.6	-0.5	-1.0	0.1	-0.1	0.0	0.0	-0.1
6 Petroleum and petro	1.20	0.80	1.19	0.01	-0.02	0.02	0.1	-0.4	0.3	1.1	-0.5	0.5	1.1	0.0	0.0	0.0	-0.1
7 Rubber products	0.80	1.05	1.20	-0.02	0.01	0.01	0.0	0.0	0.0	-0.2	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
8 Metal products	0.80	1.20	0.80	-0.02	0.04	-0.02	-0.5	2.3	-0.3	-2.3	3.5	-0.9	0.2	-0.1	-0.2	0.0	-0.3
9 Machinery	0.85	1.20	0.80	-0.01	0.06	-0.02	-0.9	7.1	-0.7	-4.5	7.9	-2.0	1.4	-0.1	-0.6	-0.1	-0.8
10 Transport equipment	1.20	0.88	1.20	0.01	-0.02	0.01	0.4	-1.5	0.2	2.5	-3.1	0.6	0.1	0.0	-0.1	0.0	-0.2
11 Other manufacturing	0.80	1.16	0.80	-0.03	0.05	-0.02	-1.1	5.8	-0.2	-4.5	7.5	-2.5	0.5	-0.1	-0.4	-0.1	-0.6
12 Electricity, gas, and	0.99	1.00	0.94	0.00	0.00	-0.01	-0.1	0.1	-0.1	-0.1	0.1	-0.3	-0.3	0.0	0.0	0.0	0.0
13 Construction	1.00	1.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
14 Services	1.03	0.98	1.10	0.01	-0.01	0.01	4.3	-9.7	0.9	9.1	-14.0	3.3	-1.7	-0.1	-0.1	0.0	-0.2
15 Public administration	1.00	1.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
16 Total of all sectors	0.99	1.00	0.97	**	**	**	2.0	2.6	0.7	0.0	0.0	0.0	0.0	-0.7	-1.8	-0.4	-2.9

..... Appendix .....

Table 6-2. Optimal outputs etc. that maximize the total GDP in three countries - 15 sectors,  $\gamma_{\min}, \gamma_{\max}=1.0\pm 0.2$ -

Sectors	$X_J^0$	$X_A^0$	$X_C^0$	$X_{W_0}$	$X'_J$	$X'_A$	$X'_C$	$X'_W$	$X'_J/X_J^0$	$X'_A/X_A^0$	$X'_C/X_C^0$	$X'_W/X_{W_0}$	$\Delta G_J$	$\Delta G_A$	$\Delta G_C$	$\Delta G_W$	$\Delta L_J$	$\Delta L_A$	$\Delta L_C$
1 Agri etc.	11.5	23.0	30.1	64.6	9.2	27.6	28.8	65.6	0.80	1.20	0.96	1.02	-1.24	1.51	-0.75	-0.48	-1.07	0.44	-19.62
2 Forestry	1.3	2.8	1.1	5.2	1.2	3.4	0.9	5.4	0.90	1.20	0.80	1.04	-0.09	0.28	-0.15	0.03	-0.01	0.03	-0.34
3 mining	1.3	21.0	9.6	31.9	1.0	24.0	7.7	32.7	0.80	1.14	0.80	1.03	-0.11	1.72	-1.12	0.49	-0.01	0.10	-1.43
4 Food, beverage and tobacco	36.0	55.6	18.0	109.7	30.1	66.8	14.4	111.2	0.83	1.20	0.80	1.01	-2.37	3.87	-1.17	0.34	-0.25	0.43	-1.69
5 Chemical products	24.3	44.3	18.9	87.5	19.7	53.1	15.1	87.9	0.81	1.20	0.80	1.01	-1.52	3.23	-1.01	0.70	-0.10	0.22	-1.10
6 Petroleum and petro products	12.0	24.6	9.6	46.2	14.5	25.0	7.7	47.2	1.20	1.02	0.80	1.02	1.14	0.04	-0.49	0.69	0.01	0.00	-0.13
7 Rubber products	2.6	3.5	2.2	8.3	3.2	2.8	2.6	8.5	1.20	0.80	1.16	1.02	0.21	-0.29	0.08	0.01	0.02	-0.05	0.14
8 Metal products	33.7	46.0	19.7	99.3	40.4	36.8	23.6	100.8	1.20	0.80	1.20	1.01	2.35	-3.46	0.91	-0.20	0.28	-0.58	1.56
9 Machinery	82.8	91.8	37.8	212.4	71.7	110.2	31.3	213.2	0.87	1.20	0.83	1.00	-4.08	7.87	-1.67	2.12	-0.47	0.96	-2.74
10 Transport equipment	45.9	78.8	11.7	136.4	55.1	70.4	14.1	139.6	1.20	0.89	1.20	1.02	2.51	-2.70	0.61	0.42	0.34	-0.50	1.09
11 Other manufacturing products	57.2	109.4	43.8	210.4	45.8	121.5	44.0	211.2	0.80	1.11	1.00	1.00	-4.51	5.14	0.05	0.68	-0.73	0.82	0.17
12 Electricity, gas, and water supply	21.9	41.6	11.6	75.1	21.8	42.3	11.5	75.6	1.00	1.02	0.99	1.01	-0.05	0.31	-0.05	0.22	0.00	0.02	-0.04
13 Construction	71.7	91.1	26.8	189.6	72.7	91.5	27.4	191.7	1.01	1.00	1.02	1.01	0.43	0.18	0.18	0.80	0.09	0.04	0.48
14 Services	432.2	1051.6	63.5	1547.3	451.8	1031.5	76.2	1559.5	1.05	0.98	1.20	1.01	12.97	-12.67	6.35	6.65	1.88	-1.96	23.43
15 Public administration	33.6	109.3	6.8	149.7	34.1	110.0	6.8	150.9	1.01	1.01	1.01	1.01	0.33	0.38	0.04	0.76	0.03	0.02	0.22
16 Total of all sectors	868.2	1794.5	311.1	2973.8	872.2	1817.0	312.0	3001.2	1.00	1.01	1.00	1.01	5.97	5.43	1.81	13.21	0.00	0.00	0.00

Table 8-2. Optimal outputs that minimize the total intermediate inputs of "mining" in three countries - 15 sectors,  $\gamma_{\min}, \gamma_{\max}=1.0\pm 0.2$ -

Sect.	$x_J/x_{J_0}$	$x_A/x_{A_0}$	$x_C/x_{C_0}$	$x_W/x_{W_0}$	$\Delta G_J$	$\Delta G_A$	$\Delta G_C$	$\Delta G_W$	$\Delta L_J$	$\Delta L_A$	$\Delta L_C$	$AX_{J_0}$	$AX_{A_0}$	$AX_{C_0}$	$AX_{W_0}$	$AX_J$	$AX_A$	$AX_C$	$AX_W$	$\Delta AX_J$	$\Delta AX_A$	$\Delta AX_C$	$\Delta AX_W$
1 Agri etc.	1.01	1.02	1.00	1.01	0.08	0.14	-0.07	0.16	0.07	0.04	-1.71	9.2	19.6	16.0	44.7	7.8	20.7	16.7	45.2	-1.3	1.1	0.7	0.5
2 Forestry	1.20	0.90	1.20	1.04	0.18	-0.14	0.15	0.19	0.02	-0.02	0.34	0.8	2.6	0.8	4.2	0.7	2.8	0.9	4.4	-0.1	0.2	0.0	0.2
3 mining	0.96	0.80	1.20	0.93	-0.02	-2.39	1.12	-1.29	0.00	-0.14	1.43	8.3	28.4	10.4	47.2	8.9	25.1	10.8	44.8	0.6	-3.4	0.4	-2.3
4 Food, beverage and tob	0.80	1.08	1.16	1.00	-2.86	1.51	0.96	-0.38	-0.30	0.17	1.38	12.7	20.3	6.4	39.4	12.0	20.7	6.8	39.5	-0.7	0.4	0.4	0.1
5 Chemical products	1.20	0.97	0.80	1.00	1.60	-0.54	-1.01	0.06	0.11	-0.04	-1.10	20.6	32.5	18.1	71.2	21.3	33.4	16.2	70.9	0.6	0.9	-1.9	-0.4
6 Petroleum and petro pr	1.20	0.80	1.19	0.99	1.14	-0.47	0.47	1.13	0.01	-0.03	0.12	9.5	17.5	10.2	37.1	9.7	16.8	10.0	36.4	0.2	-0.7	-0.2	-0.7
7 Rubber products	0.80	1.05	1.20	1.01	-0.21	0.07	0.11	-0.03	-0.02	0.01	0.18	2.2	2.9	1.7	6.9	2.3	3.0	1.7	6.9	0.1	0.0	0.0	0.1
8 Metal products	0.80	1.20	0.80	0.99	-2.35	3.46	-0.91	0.21	-0.28	0.58	-1.56	32.3	44.5	19.7	96.5	29.2	48.5	17.4	95.1	-3.1	4.0	-2.4	-1.5
9 Machinery	0.85	1.20	0.80	0.99	-4.54	7.87	-1.96	1.37	-0.53	0.96	-3.20	35.9	52.1	25.2	113.2	32.6	55.8	23.2	111.6	-3.3	3.7	-2.0	-1.6
10 Transport equipment	1.20	0.88	1.20	1.02	2.51	-3.05	0.61	0.07	0.34	-0.57	1.09	23.3	31.4	6.6	61.3	27.1	28.9	7.4	63.4	3.7	-2.5	0.8	2.1
11 Other manufacturing pr	0.80	1.16	0.80	0.99	-4.51	7.49	-2.52	0.47	-0.73	1.20	-8.89	46.7	81.0	30.4	158.1	43.7	84.6	27.3	155.6	-3.0	3.6	-3.1	-2.6
12 Electricity, gas, and wat	0.99	1.00	0.94	0.99	-0.14	0.08	-0.28	-0.34	0.00	0.00	-0.26	15.0	24.5	10.5	50.1	14.7	24.7	9.9	49.3	-0.3	0.2	-0.7	-0.8
13 Construction	1.00	1.00	1.00	1.00	0.01	-0.02	0.03	0.02	0.00	0.00	0.07	8.3	11.2	1.6	21.2	8.4	11.2	1.8	21.3	0.0	0.0	0.1	0.1
14 Services	1.03	0.98	1.10	1.00	9.07	#####	3.30	-1.66	1.31	-2.17	12.16	174.7	446.8	38.8	660.3	173.2	447.1	38.1	658.4	-1.5	0.2	-0.6	-1.9
15 Public administration	1.00	1.00	1.00	1.00	0.02	0.01	-0.01	0.02	0.00	0.00	-0.05	0.7	0.0	0.0	0.7	0.7	0.0	0.0	0.7	0.0	0.0	0.0	0.0
16 Total of all sectors	0.99	1.00	0.97	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	400.2	815.5	196.5	1412.2	392.2	823.2	188.1	1403.6	-8.0	7.8	-8.4	-8.6

以上