

# 林業の有する外部経済効果の実践的評価が 特化パターンにおよぼす影響

—中間財を含む多数国多数財比較生産費モデルによる考察—

## Effect of the practical evaluation of the public benefits from forestry on the pattern of the international specialization

—Investigation by a multi-country, multi-commodity com-  
parative cost model, including intermediate goods—

江尻 陽三郎

Ejiri, Y.

キーワード： 外部経済効果、比較生産費説、多数国多数財モデル、特化パターン、  
線形計画問題

要約： 日本および米国の各部門の生産額を変数とし、両国の林業が提供する外部経済効果を勘案したGDPの合計額を目的関数とする線形計画問題を考え、この目的関数を最大化するような各国の生産特化パターンはどのようなものになるのか、考察した。最初に、2国2財比較生産費モデルと線形計画問題との対応関係について考察した。次いで、この対応関係を手がかりに、中間財を含む多数国多数財の比較生産費問題を、線形計画法の問題として簡潔に定式化した。さらに、各国の林業が提供する外部経済効果を内部化すべく、目的関数を修正した。最後に、日米2国の21財についての経済データを用いてこの線形計画問題を実際に作成し、望ましい国際特化パターンを算出した。考察の結果、現在の日本および米国の林業が提供する外部経済効果をそれぞれ、数千億～数十兆(円/年)なる範囲内の適当な値に見積もるならば、その見積額のもとでは、日本は林業の自給率の向上を図り、米国はそれを抑制することが望ましい。等の結論が得られた。

Abstract: A model of linear programming with variables which express the outputs of

each sector of Japan and the US and with the objective function which consists of the sum of GDP including the total amount of the public benefits from forestry in each country is developed. Then the international pattern of the specialization which maximizes the objective function is investigated. First, the relation between the theory of comparative costs for two goods and two countries and the problem of linear programming is considered. Secondly, using this relation as a clue, the way how the multi-country, multi-commodity problem of the comparative costs should be formulated concisely taking the intermediate goods into consideration as a problem of linear programming is developed. Then the coefficients of the objective function are modified in order to internalize these public benefits from forestry. Lastly, these problems of linear programming are constructed using the economic data on the 21 sectors (goods) in Japan and the US, and the desirable pattern of the international specialization of these countries is investigated. The conclusions may be summarized as follows: If the amount of the public benefits from forestry in each country is estimated properly within a range of several hundred billion - several ten trillion (yen/year), respectively, it is beneficial under the properly estimated values that Japan replace its forest products import by the own production and the US suppress its output.

Keywords: Public benefit, Comparative costs, Multi-country multi-commodity model, Pattern of specialization, Linear programming

## はじめに

林業が提供する外部経済効果を実践的に評価した場合、比較生産費理論が示す効率的な特化パターンは、それを評価しない場合の比較生産費理論が示す最適解よりも、林業製品の輸入国の自給率を高める方向にシフトする筈である、との予測は以前からなされてきた。しかしこれを実証した研究は、筆者の知る限りでは皆無に近い。本稿は、構成国は日米2国に限られてはいるものの、ある条件下においては、この予測が正しいということを、計算例により示したものである。

リカードの唱えた比較生産費説は、貿易原理の本質を説くものであり、今もって説得力のある理論である。しかし彼の理論は、2国2財モデルで展開されており、上記の予測を説得的に実証するには財の数等が不十分であり、多数国多数財の、しかも中間財をも考慮に入れたモデルに拡張する必要がある

る。しかしこの種のモデルの構築は煩雑であり、それによる実証分析は一般に敬遠されてきた。筆者は、以下のような、比較生産費モデルの一部を単純化、別の一部を精緻化した計量可能な中間財を含む多数国多数財モデルを考案し、このモデルを用いて上記の考察を行った。

通常の比較生産費理論は、各国それぞれの無差別曲線を考え、各国がこの自国の無差別曲線をもとに社会的厚生を最大化を達成した場合に得られるそれぞれの国のオファーカーブより、最適な貿易の均衡点が確定する、というものである。

しかし、このような、各国が自国の無差別曲線をもとに社会的厚生を最大化を達成する、という条件設定に拠る限り、計量可能な中間財を含む多数財比較生産費モデルの構築は、実質的に不可能となる。そこで、本稿では、この部分を単純化し、貿易圏を構成する国々のGDPの和が最大となる点が、世界全体にとって望ましい生産の最適点である、との考えに立ち、条件設定を行った。その際、この世界全体にとって望ましい生産点が、各国の利益(厚生)追求の要求と背反することのないよう、特化後の各国のGDPは特化前のそれを下回らない、との新たな条件を付加した。

## モデルの作成

### 1. 2国2財比較生産費モデルの線形計画問題としての定式化

先ず、以下の様な条件設定を行った。

- 1) 国としては、日本と米国の2国のみを考える。
- 2) 部門(財)としては、「林業(林産物)」と「電気機械(電気機械製品)」の2部門(財)のみを考察の対象とする。
- 3) 労働投入係数は特化の過程を通じて不変であるとする。
- 4) いずれの国においても労働力の遊休は認めない、すなわち失業の存在は認めないものとする。
- 5) 各財の単位は、物量単位ではなく、金額単位とする。

以上のような設定条件のもとで論を進める。表1 aの上方の2つの欄は、現時点の各部門の生産額および労働力人口を、後掲の表2より転記したものである。その下の欄は、これらの値より両国の各部門の労働投入係数を求め

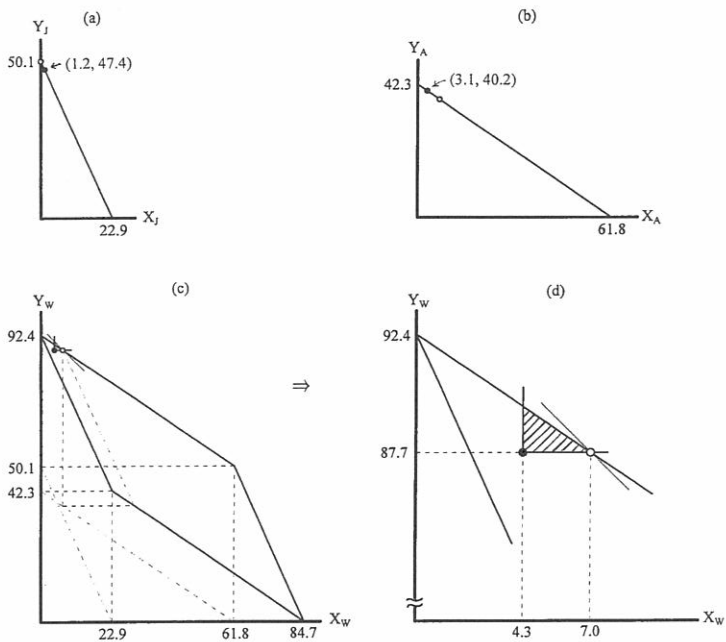


図1. 生産可能領域

(a) 日本、 (b) 米国、 (c) 世界、 (d) (c) の拡大図

- 注 i)  $X_J$ ,  $X_A$ ,  $X_W$ : 日本、米国および世界の林産物の生産額、  
 $Y_J$ ,  $Y_A$ ,  $Y_W$ : 日本、米国および世界の電気機械製品の生産額、  
 注 ii) 数値の単位はいずれも  $[10^{10} \text{ \$/year}]$  ( $\text{\$}$ : USドル)、  
 注 iii) ● 現在の生産点、○ 世界生産額を最大化する生産点、

たものである。勿論、この労働投入係数は労働生産性の逆数である。

図1は、この場合の各国の生産可能領域を示したものである。

図1 a～dにおいて、横軸、縦軸はそれぞれ林産物および電気機械製品の生産額を表すものとする(注1)。このとき、日本、米国の生産可能性曲線は、それぞれ図1 aおよび図1 bの実線で示した直線ようになる。したがって両国を併せた世界生産に関する生産可能領域は、図1 cの直線で囲まれる平行四辺形の内部領域(辺上を含む、以下同様)となる(注2)。図1 dは図1 cの一部を拡大したものである。

同表より明らかなように、現在の日本の生産点は(1.2, 47.4) (単位はいずれも $10^{10}$ \$/年、小数点以下第2位は四捨五入して表示、以下同様。)、米国のそれは(3.1, 40.2)、世界生産点は(4.3, 87.7)である。勿論、この世界生産点は、上記の平行四辺形領域の内部の点である。これらの各々の生産点を図1 a~dに●印で示す。

ここでさらに、「両国併せた世界生産額は、林産物、電気機械製品のいずれにおいても現在のそれを下回らない」と仮定すれば、世界生産に関する生産可能領域は、さらに、図1 dの斜線で示される直角三角形の内部領域に限定される(注3)。

図1 c、dにおいて、ある世界生産額 $z_0$ をもたらす生産点の集合は、直線 $z_0 = x + y$  ( $x$ : 林産物の世界生産額、 $y$ : 電気機械製品の世界生産額)で表される。この直線は、傾きが-1、縦軸の切片が $z_0$ の直線である。したがって、世界生産額を最大にする生産点は、この直線と上述の生産可能領域とが接する点、すなわち(7.0, 87.7)となり、世界生産額の値は94.6となる。また、このときの日本の生産点は(0, 50.1)、米国のそれは(7.0, 37.6)である。これらの各々の生産点を、図1 a~dに○印で示す。これらのことは、日本は電気機械部門に特化し、林業部門から撤退することが世界経済にとって効率的である、ということの意味する。

生産特化後の各部門の生産額を、表1(a)の下方の欄に掲げる。同表最下欄の値より明らかなように、以上のような特化は、日米いずれの国に対しても、したがって世界全体に対しても利益をもたらす。

以上が、本稿で設定した2国2財比較生産費モデルによる貿易利益の原理的説明である。

以上の2国2財比較生産費モデルは、各国各財の生産額を表す変数を表1(b)のように定義すれば、以下の様な線形計画問題として定式化し得る。

$$\begin{aligned}
 \text{[1a]} \quad & \begin{cases} 9.84x_J + 4.50y_J & \leq 225.6 \\ & 4.23x_A + 6.18y_A \leq 261.4 \\ x_J & + x_A \geq 4.28 \\ & y_J + y_A \geq 87.67 \end{cases} \\
 \text{[1b]} \quad & \max: z = x_J + x_A + y_J + y_A
 \end{aligned}$$

表1. 2国2財比較生産費モデルにおける経済変量

## (a) 生産額他

	部門	日本	米国	世界
生産額 -特化前- ( $10^{10}$ \$/年)	林業	1.23	3.05	4.28
	電気機械	47.43	40.24	87.67
	計	48.66	43.29	91.95
労働力人口 -特化前- ( $10^4$ 人)	林業	12.1	12.9	25.00
	電気機械	213.5	248.5	462.00
	計	225.6	261.4	487.00
労働投入係数 ( $10^{-6}$ 人・年/\$)	林業	9.84	4.23	5.84
	電気機械	4.50	6.18	5.27
	平均	4.64	6.04	5.30
生産額 -特化後- ( $10^{10}$ \$/年)	林業	0.00	6.97	6.97
	電気機械	50.12	37.55	87.67
	計	50.12	44.53	94.64
生産額の変化分 ( $10^{10}$ \$/年)	林業	-1.23	3.92	2.69
	電気機械	2.69	-2.69	0.00
	計	1.46	1.24	2.69

## (b) 生産額に関する変数

		( $10^{10}$ \$/年)	
部 門	日本	米国	
林業	$x_J$	$x_A$	
電気機械	$y_J$	$y_A$	

途中の計算過程は省略するが、この線形計画問題の最適解は、

$$x_J = 0, \quad y_J = 50.1 \quad x_A = 7.0, \quad y_A = 37.6, \quad z_{\max} = 94.6$$

となる。当然のことながら、この解は上述の結果と一致する。

## 2. 中間財を考慮に入れた多数国多数財比較生産費問題の定式化

前節で述べた、比較生産費説と線形計画問題との対応関係を手掛かりにして、標記の問題を以下のように定式化した。

以下、世界の国々を、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と、その影響を全く受けない国々の

表2. 各部門の生産額、粗付加価値額および就業者数

産業部門		日本			米国		
		$X_J^o$	$G_J^o$	$L_J^o$	$X_A^o$	$G_A^o$	$L_A^o$ <sup>1)</sup>
		( $10^{10}$ \$/年)	( $10^{10}$ \$/年)	( $10^4$ 人)	( $10^{10}$ \$/年)	( $10^{10}$ \$/年)	( $10^4$ 人)
1.農業 <sup>2)</sup>	(1,2,4, <sup>3)</sup> )	15.14	8.68	466.2	23.07	9.16	350.1
2.林業	(3)	1.23	0.69	12.1	3.05	1.26	12.9
3.鉱業	(5~7)	1.71	0.82	8.5	13.65	9.31	60.3
4.食料品	(8,9)	36.31	13.29	164.8	44.35	15.90	174.6
5.繊維製品	(10)	10.95	4.26	50.4	14.03	5.42	164.7
6.石油	(15)	10.82	6.03	4.2	14.57	2.12	14.3
7.化学製品	(14)	22.63	8.85	47.2	32.08	14.05	104.4
8.窯業	(17)	9.78	4.26	55.4	7.15	3.51	55.8
9.金属	(18~20)	34.38	14.98	167.4	32.01	12.54	217.5
10.一般機械	(21)	23.91	10.69	174.1	25.08	12.18	210.3
11.電気機械	(22~25)	47.43	18.66	213.5	40.24	17.97	248.5
12.輸送機械	(26,27)	24.63	10.50	109.8	38.19	12.02	179.6
13.その他の工業製品	(11~13,16,28,29)	52.97	22.11	388.9	76.14	35.97	533.3
14.電力	(32,33)	24.04	14.33	44.6	33.97	19.04	92.1
15.建築	(30,31)	90.97	40.39	696.6	80.35	35.76	685.5
16.商業	(34)	104.98	72.52	1176.1	129.35	89.77	3218.1
17.運輸・通信	(37,38)	55.96	34.93	388.4	77.62	44.30	663.6
18.金融・保険	(35)	35.91	24.88	210.4	62.12	41.25	578.7
19.不動産	(36)	67.39	59.23	98.6	104.28	87.49	1442.5
20.政府活動	(39)	27.87	18.57	212.7	54.10	34.99	1258.7
21.サービス他	(40~47)	215.04	119.12	1983.4	354.65	220.76	3301.7
産業部門計		914.05	507.78	6673.3	1260.04	724.77	13567.2

<sup>1)</sup>  $X_J^o, X_A^o$ : 国内生産額(日本)、同(米国)

$G_J^o, G_A^o$ : 粗付加価値額(日本)、同(米国)

$L_J^o, L_A^o$ : 就業者数(日本)、同(米国)

<sup>2)</sup> 漁業部門を含む

<sup>3)</sup> 日米国際産業連関表(1995年、47部門表)の部門番号

2つに区分する。前者に属する国々の間の経済を「世界市場」と呼び、これらの国々を「世界市場内の国」と呼ぶことにする。また後者に属する国々を「世界市場外の国」と呼ぶことにする。

## 2.1 変数の定義

各変数を次のように定義する。以下の変数のうち、添字\*を付したものは、生産特化に伴い、その値が変化しうる変数を意味し、添字\*を付していないものは、特化の全過程を通じてその値が当初のまま不変に保たれると仮定した変数(定数)であることを意味する。また、添え字\*を付した変数の値のうち、特に特化前の当初の値に対しては、\*印の代わりに添え字 $o$ を付して

明示した。

$K$  : 世界市場内の国を表す番号 ( $K = 1, \dots, m$ ),

$i$  : 産業部門を表す番号 ( $i = 1, \dots, n$ ),

$$\mathbf{X}_K^* \equiv \begin{bmatrix} X_{K1}^* \\ \vdots \\ X_{Kn}^* \end{bmatrix} : K\text{国の国内生産額ベクトル、}$$

$$\mathbf{A}_K \equiv \begin{bmatrix} a_{11}^K & \cdots & a_{1n}^K \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ a_{n1}^K & \cdots & a_{nn}^K \end{bmatrix} : K\text{国の投入係数行列、}$$

$$\mathbf{F}_K \equiv \begin{bmatrix} f_{K1} \\ \vdots \\ f_{Kn} \end{bmatrix} : K\text{国の最終需要ベクトル、}$$

$$\mathbf{G}_K^* \equiv [G_{K1}^*, \dots, G_{Kn}^*] : K\text{国の粗付加価値額ベクトル、}$$

$$\mathbf{g}_K \equiv [g_{K1}, \dots, g_{Kn}] \quad (g_{Ki} \equiv G_{Ki}^o / X_{Ki}^o) : K\text{国の粗付加価値係数ベクトル}$$

$$\mathbf{L}_K^o \equiv [L_{K1}^o, \dots, L_{Kn}^o] : K\text{国の雇用ベクトル}$$

$$\mathbf{l}_K \equiv [l_{K1}, \dots, l_{Kn}] \quad (l_{Ki} \equiv L_{Ki}^o / X_{Ki}^o) : K\text{国の雇用係数ベクトル}$$

$$L_K^o : (\equiv \sum_{i=1}^n L_{Ki}^o), K\text{国の総労働力、}$$

(各国の総労働力は賦存のもので、それぞれ一定であると仮定した。)

$$G_K^* : (\equiv \sum_{i=1}^n G_{Ki}^*), K\text{国のGDP}$$

$$G_W^* : (\equiv \sum_{K=1}^m G_K^*), \text{世界市場内の国のGDPの合計額}$$

## 2.2 制約条件と目的関数

以下の(1)~(6)の6つの制約条件を考え、それらを定式化した。

(1) 労働力に関する制約条件：いずれの国においても全産業に投入される労



働力の合計は、当該国の賦存労働力を越えないものとする。この条件は以下のように定式化しうる。

$$[2] \quad \mathbf{1}_K \cdot \mathbf{X}_K^* \leq L_K^0 \quad (K = 1, \dots, m) \quad (\text{注4})$$

(2) GDPに関する制約条件：各国のGDPは特化前（現時点）のそれを下回らないものとする。この条件は以下のように定式化しうる。

$$[3] \quad \mathbf{g}_K \cdot \mathbf{X}_K^* \geq G_K^0 \quad (K = 1, \dots, m)$$

(3) 各財の供給不足に対する制約条件：世界市場における各財の供給額は、当該財に対する需要額を下回らないものとする。この条件は以下のように定式化しうる。

$$[4] \quad \mathbf{S}_W^* \geq \mathbf{D}_W^*$$

ここに、

$$[5] \quad \mathbf{S}_W^* \equiv \sum_K \mathbf{X}_K^* + \sum_K \mathbf{M}_{KR}$$

$$[6] \quad \mathbf{D}_W^* \equiv \sum_K \mathbf{D}_K^* + \sum_K \mathbf{E}_{KR}$$

( $\mathbf{S}_W^*$ ：世界市場における各財の供給額、

$\mathbf{D}_W^*$ ：世界市場における各財の需要額、

$\mathbf{M}_{KR}$ ：K国が世界市場外の国々から輸入する各財の額、

$\mathbf{E}_{KR}$ ：K国が世界市場外の国々へ輸出する各財の額、

$\mathbf{D}_K^*$ ：K国における各財の国内総需要額 )

各国の国内総需要は、中間需要と最終需要の合計であるから

$$[7] \quad \mathbf{D}_K^* \equiv \mathbf{A}_K \cdot \mathbf{X}_K^* + \mathbf{F}_K \quad (\mathbf{F}_K : K国における各財の最終需要額)$$

[4]～[7]式より次式が得られる。

$$[8] \quad \sum_K [\mathbf{I} - \mathbf{A}_K] \mathbf{X}_K^* \geq \sum_K (\mathbf{F}_K + \mathbf{E}_{KR} - \mathbf{M}_{KR}) \quad (K = 1, \dots, m) \quad (\text{注5})$$

(4) 各財の過剰供給に対する制約条件：世界市場において、各財の供給額は、当該財に対する需要額の定数倍を上回らないものとする。この条件は以下のように定式化しうる。

$$[9] \quad \mathbf{S}_W^* \leq \alpha \cdot \mathbf{D}_W^* \quad (\alpha > 1)$$

( $\alpha$ ：各財の“供給超過率上限”)

[5]～[7]、[9]式より、次式が得られる。

$$[10] \quad \sum_K [\mathbf{I} - \alpha \cdot \mathbf{A}_K] \mathbf{X}_K^* \leq \sum_K \{ \alpha \cdot (\mathbf{F}_K + \mathbf{E}_{KW}) - \mathbf{M}_{KW} \} \quad (\alpha > 1, K = 1, \dots, m)$$

(5) 生産能力に関する制約条件：いずれの国の産業も、その生産能力には上限がある。この条件は以下のように定式化する。

$$[11] \quad \mathbf{X}_K^* \leq \beta_K \cdot \mathbf{X}_K^o$$

ここに

$$\beta_K \equiv \begin{bmatrix} \beta_{K1} & & 0 \\ & \ddots & \\ 0 & & \beta_{Kn} \end{bmatrix} \quad (\beta_{Ki} \geq 1, K = 1, \dots, m, i = 1, \dots, n)$$

( $\beta_{Ki}$  :  $K$ 国  $i$ 産業の“潜在生産能力係数”、すなわち  $K$ 国  $i$ 産業の特化後の生産額の、現在の生産額に対する割合の上限。)

(6) 非貿易財に対する制約条件：

本稿では、貿易財は、後掲の表3の21部門のうちの、「1農業」～「13その他の工業製品」部門の製品のみ限定し、「14.電力」～「21.サービス他」の8つの部門の製品は非貿易財とみなした。これらの非貿易財については、以下のように扱った。

もしもこれらの非貿易財が完全な非貿易財であれば、各国のこれらの輸出額および輸入額はいずれも0でなければならない。この場合は当然、これらの輸出額および輸入額が常に0となるような制約を課すべきである。しかし、同表より明らかなように、これらの値は必ずしも0に等しくはなく、完全な非貿易財とはいえないものもある。そこで、これら8つの非貿易財については、「特化後も、特化前の輸出額、輸入額がそのまま不変に保たれる」とした。このような制約条件は、一般化して次式のように定式化する。

$$[12] \quad \left( \mathbf{E}_K^* \right)_{i_0} = \left( \mathbf{E}_K^o \right)_{i_0}, \quad \left( \mathbf{M}_K^* \right)_{i_0} = \left( \mathbf{M}_K^o \right)_{i_0}$$

( $\mathbf{E}_K^*$  :  $K$ 国の各財の(世界市場内および世界市場外の国への)輸出額、

$\mathbf{M}_K^*$  :  $K$ 国の各財の(世界市場内および世界市場外の国からの)輸入額、

$i_0$  : 非貿易財の部門を表す番号、 $i_0 = 14, \dots, 21$ )

$K$ 国における需給均衡方程式は、以下の通りである。

$$\mathbf{A}_K \cdot \mathbf{X}_K^* + \mathbf{F}_K + \mathbf{E}_K^* = \mathbf{X}_K^* + \mathbf{M}_K^*$$

$$[13] \quad \therefore [\mathbf{I} - \mathbf{A}_K] \mathbf{X}_K^* = \mathbf{F}_K + \mathbf{E}_K^* - \mathbf{M}_K^*$$

[13]式の関係は、特化前についても成り立つから

$$[14] \quad [\mathbf{I} - \mathbf{A}_K] \mathbf{X}_K^o = \mathbf{F}_K + \mathbf{E}_K^o - \mathbf{M}_K^o$$

したがって、[12]、[13]、[14]式より、各国の非貿易財  $i_o$  に対して、以下の関係が成り立つ。

$$\left([\mathbf{I} - \mathbf{A}_K] \mathbf{X}_K^*\right)_{i_o} = \left(\mathbf{F}_K + \mathbf{E}_K^* - \mathbf{M}_K^*\right)_{i_o} = \left(\mathbf{F}_K + \mathbf{E}_K^o - \mathbf{M}_K^o\right)_{i_o} = \left([\mathbf{I} - \mathbf{A}_K] \mathbf{X}_K^o\right)_{i_o}$$

$$[15] \quad \therefore \left([\mathbf{I} - \mathbf{A}_K] \mathbf{X}_K^*\right)_{i_o} = \left([\mathbf{I} - \mathbf{A}_K] \mathbf{X}_K^o\right)_{i_o} \quad (i_o = 14, \dots, 21) \quad (\text{注6})$$

条件式[15]は、条件式[12]と等価である（注7）。しかし、等号で結ばれた[15]式の場合、実際には可能解が存在するにもかかわらず（現在の生産額は、最適解であるか否かはともかくとして、少なくとも1つの可能解であることは確かであるから）、4捨5入の際の丸め誤差等の影響により、プログラムの実行結果が“可能解なし”となる危険性がある。そこで実際には、非貿易財に対して、以下のような制約式を課した。

$$[16] \quad \left([\mathbf{I} - \mathbf{A}_K] \mathbf{X}_K^*\right)_{i_o} \leq \gamma \left([\mathbf{I} - \mathbf{A}_K] \mathbf{X}_K^o\right)_{i_o} \quad (i_o = 14, \dots, 21)$$

( $\gamma$ : “潤滑係数”. 1より僅かだけ大きな定数.)

(7)目的関数:

目的関数には世界市場内の国々のGDPの合計額を採用し、この最大化を図った。この最大化は以下のように定式化する。

$$[17] \quad \max: G_W^* \equiv \sum_K G_K^* = \sum_K \mathbf{g}_K \cdot \mathbf{X}_K^* \quad (\text{注8})$$

結局、[2]、[3]、[8]、[10]、[11]、[16]の6つの制約式のもとで、[17]式を最大化する線形計画問題を考えた。実際には、目的関数としては、[17]式を、後述の[20]式のように修正したものを用いた。

### 3. 林業の提供する外部経済効果の定式化

林業は、1) 樹木および木材等によって地表に固定される炭素の量を増加

させる、2) 過疎問題を改善する、等々の外部経済効果をそれぞれの国民経済に提供する。しかし、この外部経済効果は、直接は市場価格に反影されない。したがって、この外部経済効果を全く勘案せずに得られる国際特化パターンは、真に望ましい特化パターンとは異なったものとなる可能性がある。そこで、この外部経済効果を内部化し、目的関数に組み入れた場合に、真に望ましい特化パターンがどのように変化するのか、考察した。

### 3.1 条件設定

まず、以下の仮定を設けた。

1) 各国の森林が提供する外部経済効果の貨幣価値換算額を、森林施業に依存する部分と、それに依存しない部分に分ける。前者は自国の林業の生産額に比例するものと仮定する。後者は定数で、国際特化パターンに何の影響も及ぼさないものと仮定し、考察の対象から外す。

2) 現時点において、各国の林業が提供している外部経済効果の大きさは、パラメータとする。これは、林業が提供する外部経済効果を貨幣価値に換算する際に、恣意性が入ることが不可避であるからである。

以上の仮定は、以下の様に定式化しうる。

$$[18] \quad \varphi_K^* = \frac{\varphi_K^o}{X_{K\tau}^o} \cdot X_{K\tau}^* \quad K = (1, \dots, m)$$

ここに、

$\varphi_K^*$ :  $K$ 国の林業が提供する外部経済効果の大きさ (単位は $10^{10}$ \$/年、以下同様)、

$\varphi_K^o$  (パラメータ):  $K$ 国の林業が現在 (特化前) 提供している外部経済効果の大きさ

$X_{K\tau}^*$ :  $K$ 国の林業部門の生産額 ( $\tau$ : 林業部門の部門番号、単位は $10^{10}$ \$/年、以下同様)、

$X_{K\tau}^o$ :  $K$ 国の林業部門の現在の生産額、

### 3.2 社会的厚生関数

世界市場内の国全体の社会的厚生関数 ( $\psi$ ) を、当該国全体の GDP の総額

$(G_W^*)$  と当該国全体の林業が提供する外部経済効果の大きさの総額  $(\varphi_W^*)$  の和を値にもつ (1つの) 変数  $(G_{\varphi W}^*)$  の関数である、と仮定し、次のように定義する。

$$[19] \quad \psi \equiv \psi(G_{\varphi W}^*) = \psi(G_W^* + \varphi_W^*)$$

ここに、

$$G_W^* \equiv \sum_K G_K^*, \quad \varphi_W^* \equiv \sum_K \varphi_K^*, \quad G_{\varphi W}^* \equiv G_W^* + \varphi_W^*,$$

$\psi(x) : x = G_{\varphi W}^o (\equiv G_W^o + \varphi_W^o)$  なる値の近傍で定義される  $x$  の単調増加関数

このとき、 $G_W^* - \varphi_W^*$  座標上の無差別曲線は、点  $(G_W^o, \varphi_W^o)$  付近で定義される傾きが  $-45^\circ$  の直線群となる。しかしこの直線群は等間隔なものとは限らない。単に、 $\psi \equiv G_W^* + \varphi_W^*$  と定義した場合はこの無差別曲線はさらに等間隔なものに限定されるから、当然、当論文の仮定はこれよりも緩い仮定である。

### 3.3 目的関数の修正

以上の仮定のもとでは、 $\psi(G_{\varphi W}^*)$  の最大化を図ることは、 $G_{\varphi W}^*$  の最大化を図ることと等価である。そこで前述の目的関数[17]式を以下の[20]式のように修正した。

$$[20] \quad G_{\varphi W}^* \equiv G_W^* + \varphi_W^* = \sum_K (G_K^* + \varphi_K^*)$$

$$= \sum_K \left\{ g_{K1} X_{K1}^* + \dots + \left( g_{K\tau} + \varphi_K^o / X_{K\tau}^o \right) X_{K\tau}^* + \dots + g_{Kn} X_{Kn}^* \right\}$$

計算の実行

#### 1. 基礎データ

貿易圏を構成する国としては日本および米国の2国のみを考えた。生産額、中間財取引額、粗付加価値額等の値は、1995年日米国際産業連関表-47部門表-(通商産業省 2000)より、各部門の就業者数等は National Accounts of OECD Countries-32部門データ-(OECD 2002)、1995年産業連関表雇用表(総務省 1999)および Statistical Abstract of the United States(U.S. Bureau of the

表3. 各製品の需給構成

製品(部門)	日					本					米					国	
	$D_J^0$	$E_J^0$	$E_{JA}^0$	$E_{JR}^0$	$F_J^0$	$M_J^0$	$M_{JA}^0$	$M_{JR}^0$	$X_J^0$	$D_A^0$	$A_A X_A^0$	$F_A$	$E_{AJ}^0$	$E_{AR}^0$	$E_A^0$		$M_{AJ}^0$
1.農業	11.43	6.40	0.01	0.06	0.64	2.12	15.14	1.23	2.70	0.31	19.73	2.47	0.64	2.13	0.01	1.88	23.07
2.林業	1.31	0.36	0.00	0.00	0.19	0.25	1.23	0.11	17.67	-0.03	1.11	1.13	0.19	0.10	0.00	0.24	3.05
3.鉱業	7.00	0.03	0.00	0.02	0.11	5.23	1.71	36.31	13.90	29.78	0.74	2.39	0.00	0.00	0.00	5.23	13.65
4.食料品	12.61	26.36	0.02	0.14	0.74	2.07	36.31	10.82	6.70	11.22	0.11	1.14	0.03	0.84	0.01	1.00	14.57
5.繊維製品	5.48	7.44	0.05	0.54	0.11	2.45	10.95	10.82	9.35	5.36	0.03	0.84	0.03	0.84	0.01	1.00	14.57
6.石油	8.54	2.98	0.01	0.41	0.03	1.64	22.63	0.26	7.16	0.42	0.05	0.44	0.43	4.97	0.38	4.43	32.08
7.化学製品	9.13	0.45	0.08	0.43	0.05	0.26	9.78	0.26	32.77	1.36	0.31	2.16	0.05	0.44	0.08	0.84	7.15
8.窯業	32.49	1.73	0.35	2.39	0.31	2.28	34.38	0.28	12.18	12.68	0.28	5.12	0.00	0.01	1.16	4.01	25.08
9.金属	4.74	14.28	1.16	4.74	0.28	0.73	23.91	4.43	24.42	20.50	1.45	10.22	0.00	0.00	3.76	12.60	40.24
10.一般機械	16.66	22.27	3.76	9.44	1.45	3.26	47.43	1.01	9.02	33.42	0.64	7.09	0.00	0.00	3.25	8.73	38.19
11.電気機械	3.85	13.21	3.25	5.97	0.64	1.01	24.63	4.29	55.95	26.23	0.83	5.69	0.00	0.10	1.19	11.37	76.14
12.輸送機械	41.52	12.68	1.19	2.69	0.83	4.29	52.97	0.00	20.11	13.86	0.00	0.10	0.00	0.00	0.00	0.10	33.97
13.その他の工業製品	15.80	8.21	0.00	0.03	0.00	0.00	24.04	0.00	23.28	57.07	0.00	0.01	0.00	0.01	0.00	0.00	80.35
14.電力	8.36	82.61	0.00	0.00	0.00	0.00	90.97	0.00	40.77	83.06	0.69	5.63	0.00	0.00	0.81	0.00	129.35
15.建築	39.25	63.32	0.81	2.47	0.69	0.17	104.98	2.73	42.87	29.23	0.19	6.85	0.13	1.39	0.13	1.39	77.62
16.商業	33.30	21.60	0.13	3.84	0.19	2.73	55.96	35.91	18.85	41.04	0.00	2.71	0.00	0.49	0.00	0.49	62.12
17.運輸・通信	24.93	11.46	0.00	0.61	0.00	1.09	67.39	0.00	29.35	74.84	0.00	0.10	0.00	0.00	0.00	0.00	104.28
18.金融・保険	10.49	56.90	0.00	0.01	0.00	0.00	27.87	0.00	0.00	54.10	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	54.10
19.不動産	99.86	119.13	0.00	1.50	0.04	5.40	215.04	5.40	126.19	235.35	0.04	3.51	0.00	0.00	0.00	10.45	354.65
20.政府活動	406.27	501.92	11.21	37.43	6.72	36.08	914.05	6.72	535.27	741.45	6.72	62.33	11.21	74.52	11.21	74.52	1260.04
21.サービス他																	
産業部門計																	

1)  $D_J^0, D_A^0$  : 国内総需要(日本)、同(米国)  $F_J, F_A$  : 国内最終需要(日本)、同(米国)  
 $E_J^0, E_A^0$  : 輸出額(日本)、同(米国)  $E_{JA}^0, E_{AR}^0$  : 対米輸出額、対日輸出額  
 $M_J^0, M_A^0$  : 輸入額(日本)、同(米国)  $E_{AJ}^0, E_{AR}^0$  : 対米輸入額、対日輸入額  
 $X_J^0, X_A^0$  : 国内生産額(日本)、同(米国)  $M_{JA}^0, M_{AR}^0$  : 対米輸入額、対日輸入額  
 $A_J X_J^0, A_A X_A^0$  : 中間需要(日本)、同(米国)  $M_{JR}, M_{AR}$  : その他の国からの輸入額(日本)、同(米国)

Census 1996)より求めた。部門分類は、これらのデータの部門分類を整合的に統合し、表2に示すような21部門分類とした。同表は、日米両国の各部門の生産額、粗付加価値額および就業者数を表したものである。表3は、各製品に対する需給の構成を表したものである。これらの表の値を用いて、上記の線形計画問題を実際に作成し、最適解を求めた。

## 2. C言語プログラムによる最適解の計算

上記の線形計画問題を2段階シンプレックス法によって解くC言語プログラムを作成し、これを用いて最適解を求めた。作成した主なプログラムは、1) 国際産業連関表の部門統合を行い、各国の投入係数等を計算するプログラム、2) 1) で求めた値を線形計画問題の方程式の係数に配置するプログラム、3) 2) で作成した実際の線形計画問題をシンプレックス法によって解くプログラム、の3種で、全体で3000余行のものとなった。3) の計算はいずれの場合も、数百ステップの後、最適解に到達した。

## 計算結果

### 1. 各表の総括

以下、 $X_{Ki}^*/X_{Ki}^o$ の値、すなわち「各部門の生産額が、特化後には特化前のその何倍になったか」を表す値を、便宜上「増産率」と呼ぶことにする。また、表示をより明確にするために、日本に関する変数には添字<sub>J</sub>を、米国のそれには添字<sub>A</sub>を、国を表す添え字番号の代わりに付すことにする。

表4 a、表5 a、表6 aは、[20]式の目的関数を最大化するような効率的な特化により、両国の林業（農林業）部門の増産率がどのように変化するかを、各々の $\varphi_J^o$ 、 $\varphi_A^o$ について求めたものである。表4 b、表5 b、表6 bは、それぞれ、表4 a、表5 a、表6 aのうちの特定の $\varphi_J^o$ 、 $\varphi_A^o$ について、全部門の増産率を示したものである。

表5、表6は、表2、表3の「1. 農業」と「2. 林業」部門を統合して「農林業」なる1つの部門とし、全体の部門数を21部門から20部門に縮約して、この20部門の産業連関表データを用いて表4と同様の計算を行ったもので

ある。林業部門の生産規模は、他の産業に比して著しく小さく（表2参照）、表4の結論が、表2のような21部門分割特有のものである危険性もある。そこで、表4の結論が、部門分割によらないもっと一般性のある結論であることを検証するために、以上のような統合を行った。

潜在生産能力係数  $\beta_{Ki}$  の値は以下の様に設定した。いずれの場合も、 $\beta_{Ki}$  の値の国による違いは無視した。すなわち、同一の産業部門に対しては、国に関係なく同一の値を用いた。さらに、表4においては、林業部門とそれ以外の部門の2つに分け、それぞれに  $\beta_{Ki}$  の値を設定した。以下、前者（林業部門）に対するこの値を  $\beta_{\tau}$  と記し、後者（林業以外の部門）に対するこの値を単に  $\beta$  と記す。表5、表6においては、すべての部門に対して同じ値を設定した。以下、この値を  $\beta$  と記す。

### 1.1 表4

表4より、例えば以下のようなことが読み取れる。

1)  $\varphi_J^o = 0.0$  かつ  $\varphi_A^o = 0.0$  のとき、すなわち、現在の日本および米国の林業が供給する外部経済効果を全く評価しない場合は、日本、米国の林業の望ましい増産率はそれぞれ、0.00および1.87である。また、この特化により、日本のGDPは約8%増加するが米国のそれは殆ど変化しない（表4bの  $G_K^*/G_K^o$  欄、以下同様）。日米両国併せたGDPは約3%増加する。しかしこのことは、直ちに「日本は林業の生産を0にすることが望ましい」ことを意味するものではない。「中間財の投入量が直線的に変化するの、現時点の生産点の近傍に限られる。」等の理由により、最適解が示す生産額は、「各財を、この生産額のみだけ生産することが望ましい」ことを示唆するのではなく、「この生産額が示す方向に生産をシフトさせることが望ましい」、との増減産の方向のみを示唆している、と解釈すべきであろう。以下同様である。しかしいずれにしても、同表は、日本は林業の自給率を現在よりもさらに低下させることが望ましい、ということを示している。

2)  $\varphi_J^o = 0.1$  かつ  $\varphi_A^o = 0.2$  と評価した場合は、日本、米国の林業の望ましい増産率はそれぞれ、2.87、0.76、となる。これは、日本は林業の自給率を現在より相当程度高めることが望ましい、ということを示唆する。林業以



表4. 林業の外部経済効果が特化パターンに及ぼす影響

( 農業、林業部門分離、 $\alpha = 1.05$ ,  $\beta_{\tau} = 3.00$ ,  $\beta = 2.00$ ,  $\gamma = 1.001$  )

(a) 評価額の違いが林業の増産率に及ぼす影響

日本		$\phi_J^0$ ( $10^{10}$ \$/年)										
		0.0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0
$\phi_A^0$ ( $10^{10}$ \$/年)	0.0	0.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00
	0.1	0.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00
	0.2	0.00	2.87	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00
	0.3	0.00	0.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00
	0.4	0.00	0.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00
	0.5	0.00	0.00	0.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00
	0.6	0.00	0.00	0.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00
	0.7	0.00	0.00	0.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00
	0.8	0.00	0.00	0.00	0.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00
	0.9	0.00	0.00	0.00	0.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00
1.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	

米国		$\phi_J^0$ ( $10^{10}$ \$/年)										
		0.0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0
$\phi_A^0$ ( $10^{10}$ \$/年)	0.0	1.87	0.71	0.71	0.71	0.71	0.71	0.71	0.71	0.71	0.71	0.71
	0.1	1.87	0.71	0.71	0.71	0.71	0.71	0.71	0.71	0.71	0.71	0.71
	0.2	1.87	0.76	0.71	0.71	0.71	0.71	0.71	0.71	0.71	0.71	0.71
	0.3	1.87	1.87	0.71	0.71	0.71	0.71	0.71	0.71	0.71	0.71	0.71
	0.4	1.87	1.87	0.71	0.71	0.71	0.71	0.71	0.71	0.71	0.71	0.71
	0.5	1.87	1.87	1.87	0.71	0.71	0.71	0.71	0.71	0.71	0.71	0.71
	0.6	1.87	1.87	1.87	0.71	0.71	0.71	0.71	0.71	0.71	0.71	0.71
	0.7	1.87	1.87	1.87	0.71	0.71	0.71	0.71	0.71	0.71	0.71	0.71
	0.8	1.87	1.87	1.87	1.87	0.71	0.71	0.71	0.71	0.71	0.71	0.71
	0.9	1.87	1.87	1.87	1.87	0.71	0.71	0.71	0.71	0.71	0.71	0.71
1.0	1.87	1.87	1.87	1.87	1.87	0.71	0.71	0.71	0.71	0.71	0.71	

世界		$\phi_J^0$ ( $10^{10}$ \$/年)										
		0.0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0
$\phi_A^0$ ( $10^{10}$ \$/年)	0.0	1.33	1.37	1.37	1.37	1.37	1.37	1.37	1.37	1.37	1.37	1.37
	0.1	1.33	1.37	1.37	1.37	1.37	1.37	1.37	1.37	1.37	1.37	1.37
	0.2	1.33	1.37	1.37	1.37	1.37	1.37	1.37	1.37	1.37	1.37	1.37
	0.3	1.33	1.33	1.37	1.37	1.37	1.37	1.37	1.37	1.37	1.37	1.37
	0.4	1.33	1.33	1.37	1.37	1.37	1.37	1.37	1.37	1.37	1.37	1.37
	0.5	1.33	1.33	1.33	1.37	1.37	1.37	1.37	1.37	1.37	1.37	1.37
	0.6	1.33	1.33	1.33	1.37	1.37	1.37	1.37	1.37	1.37	1.37	1.37
	0.7	1.33	1.33	1.33	1.37	1.37	1.37	1.37	1.37	1.37	1.37	1.37
	0.8	1.33	1.33	1.33	1.33	1.37	1.37	1.37	1.37	1.37	1.37	1.37
	0.9	1.33	1.33	1.33	1.33	1.37	1.37	1.37	1.37	1.37	1.37	1.37
1.0	1.33	1.33	1.33	1.33	1.33	1.37	1.37	1.37	1.37	1.37	1.37	

表4. 林業の外部経済効果が特化パターンに及ぼす影響

## (b) 各部門の増産率の変化

部 門	$\varphi_J^0=0.0, \varphi_A^0=0.0$			$\varphi_J^0=0.1, \varphi_A^0=0.2$		
	日本	米国	世界	日本	米国	世界
	$X_J^*/X_J^0$	$X_A^*/X_A^0$	$X_W^*/X_W^0$	$X_J^*/X_J^0$	$X_A^*/X_A^0$	$X_W^*/X_W^0$
1.農業	0.04	2.00	1.22	0.00	2.00	1.21
2.林業	0.00	1.87	1.33	2.87	0.76	1.37
3.鉱業	0.00	1.23	1.10	0.00	1.23	1.10
4.食料品	0.65	1.41	1.07	0.61	1.44	1.07
5.繊維製品	2.00	0.41	1.11	2.00	0.41	1.11
6.石油	1.66	0.64	1.08	1.66	0.64	1.07
7.化学製品	0.55	1.47	1.09	0.47	1.53	1.09
8.窯業	1.88	0.00	1.09	1.88	0.00	1.09
9.金属	2.00	0.06	1.06	2.00	0.06	1.06
10.一般機械	2.00	0.12	1.04	2.00	0.12	1.04
11.電気機械	2.00	0.01	1.09	2.00	0.01	1.09
12.輸送機械	2.00	0.44	1.05	2.00	0.44	1.05
13.その他の工業製品	0.00	1.87	1.10	0.00	1.87	1.10
14.電力	1.08	0.98	1.02	1.08	0.99	1.02
15.建築	1.01	1.00	1.01	1.01	1.00	1.01
16.商業	1.04	0.98	1.01	1.04	0.98	1.01
17.運輸・通信	1.05	1.00	1.02	1.05	1.01	1.02
18.金融・保険	1.04	1.00	1.01	1.04	1.00	1.01
19.不動産	1.01	1.01	1.01	1.01	1.01	1.01
20.政府活動	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
21.サービス他	1.04	1.00	1.01	1.04	1.00	1.01
$G_K^0$	507.8	724.8	1232.6	507.8	724.8	1232.6
$G_{eK}^0$	507.8	724.8	1232.6	507.9	725.0	1232.9
$G_K^*$	547.0	724.8	1271.7	546.9	724.8	1271.7
$G_{eK}^*$	547.0	724.8	1271.7	547.2	724.9	1272.1
$G_K^*/G_K^0$	1.08	1.00	1.03	1.08	1.00	1.03
$G_{eK}^*/G_{eK}^0$	1.08	1.00	1.03	1.08	1.00	1.03

外の各部門の特化パターンは、1) の場合とほぼ同様である。また、日本、米国および世界全体のGDPの変化額は、1) の場合とほぼ同じである。

## 1.2 表5

表5より、例えば以下のようなことが読み取れる。

1)  $\varphi_J^0=0.0$  かつ  $\varphi_A^0=0.0$  と評価した場合は、日本、米国の農林業（すなわち農業と林業の統合部門、以下同様）の望ましい増産率はそれぞれ、0.02、

表5. “農林業”の外部経済効果が特化パターンに及ぼす影響(その1)

( 農業、林業部門統合、 $\alpha = 1.05$ ,  $\beta = 2.00$ ,  $\gamma = 1.001$  )

(a) 評価額の違いが林業の増産率に及ぼす影響

日本		$\phi_J^0$ ( $10^{10}$ \$/年)											
		0	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	
$\phi_A^0$ ( $10^{10}$ \$/年)	0	0.02	0.71	1.78	1.95	1.95	1.95	1.95	1.95	1.95	1.95	1.95	1.95
	10	0.02	0.16	0.39	1.95	1.95	1.95	1.95	1.95	1.95	1.95	1.95	1.95
	20	0.02	0.10	0.23	0.91	1.94	1.94	1.94	1.94	1.94	1.94	1.94	1.94
	30	0.02	0.10	0.10	0.23	0.97	1.94	1.94	1.94	1.94	1.94	1.94	1.94
	40	0.02	0.10	0.10	0.10	0.23	0.97	1.94	1.94	1.94	1.94	1.94	1.94
	50	0.02	0.10	0.10	0.10	0.16	0.39	1.43	1.94	1.94	1.94	1.94	1.94
	60	0.02	0.10	0.10	0.10	0.10	0.23	0.91	1.82	1.94	1.94	1.94	1.94
	70	0.02	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.23	0.97	1.82	1.94	1.94	1.94
	80	0.02	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.23	0.97	1.93	1.93	1.94
	90	0.02	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.16	0.39	1.26	1.93	1.93
	100	0.02	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.23	0.61	1.43	1.43

米国		$\phi_J^0$ ( $10^{10}$ \$/年)											
		0	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	
$\phi_A^0$ ( $10^{10}$ \$/年)	0	2.00	1.39	0.50	0.38	0.37	0.37	0.37	0.37	0.37	0.37	0.37	0.37
	10	2.00	1.95	1.78	0.41	0.41	0.41	0.41	0.41	0.41	0.41	0.41	0.41
	20	2.00	2.00	1.90	1.38	0.53	0.53	0.53	0.53	0.53	0.53	0.53	0.53
	30	2.00	2.00	2.00	1.90	1.33	0.53	0.53	0.53	0.53	0.53	0.53	0.53
	40	2.00	2.00	2.00	2.00	1.90	1.33	0.56	0.56	0.56	0.56	0.56	0.56
	50	2.00	2.00	2.00	2.00	1.95	1.78	0.98	0.56	0.56	0.56	0.56	0.56
	60	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	1.90	1.38	0.66	0.56	0.56	0.56	0.56
	70	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	1.90	1.33	0.66	0.56	0.56	0.56
	80	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	1.90	1.33	0.57	0.56	0.56
	90	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	1.95	1.78	1.11	0.57	0.57
	100	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	1.90	1.61	0.97	0.97

世界		$\phi_J^0$ ( $10^{10}$ \$/年)											
		0	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	
$\phi_A^0$ ( $10^{10}$ \$/年)	0	1.24	1.13	0.99	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98
	10	1.24	1.26	1.24	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
	20	1.24	1.27	1.26	1.20	1.07	1.07	1.07	1.07	1.07	1.07	1.07	1.07
	30	1.24	1.27	1.27	1.26	1.19	1.07	1.07	1.07	1.07	1.07	1.07	1.07
	40	1.24	1.27	1.27	1.27	1.26	1.19	1.09	1.09	1.09	1.09	1.09	1.09
	50	1.24	1.27	1.27	1.27	1.26	1.24	1.15	1.10	1.10	1.10	1.10	1.10
	60	1.24	1.27	1.27	1.27	1.27	1.26	1.20	1.11	1.10	1.10	1.10	1.10
	70	1.24	1.27	1.27	1.27	1.27	1.27	1.26	1.19	1.11	1.10	1.10	1.10
	80	1.24	1.27	1.27	1.27	1.27	1.27	1.27	1.26	1.19	1.10	1.10	1.10
	90	1.24	1.27	1.27	1.27	1.27	1.27	1.27	1.26	1.24	1.17	1.10	1.10
	100	1.24	1.27	1.27	1.27	1.27	1.27	1.27	1.27	1.26	1.22	1.15	1.15

表5. “農林業”の外部経済効果が特化パターンに及ぼす影響(その1)

## (b) 各部門の増産率の変化

部 門	$\phi_j^0=0.0, \phi_A^0=0.0$			$\phi_j^0=40.0, \phi_A^0=20.0$		
	日本	米国	世界	日本	米国	世界
	$X_j^*/X_j^0$	$X_A^*/X_A^0$	$X_W^*/X_W^0$	$X_j^*/X_j^0$	$X_A^*/X_A^0$	$X_W^*/X_W^0$
1.農業/2林業	0.02	2.00	1.24	1.94	0.53	1.07
3.鉱業	0.00	1.28	1.14	0.00	1.01	0.90
4.食料品	0.64	1.42	1.07	0.00	1.86	1.02
5.繊維製品	2.00	0.41	1.11	2.00	0.20	0.99
6.石油	1.48	0.78	1.08	2.00	0.43	1.10
7.化学製品	0.66	1.39	1.09	2.00	0.38	1.05
8.窯業	1.89	0.00	1.09	0.26	2.00	0.99
9.金属	2.00	0.06	1.07	1.85	0.00	0.96
10.一般機械	2.00	0.12	1.04	0.00	1.92	0.98
11.電気機械	2.00	0.01	1.09	1.05	0.93	1.00
12.輸送機械	2.00	0.44	1.05	2.00	0.33	0.99
13.その他の工業製品	0.00	1.87	1.10	0.00	1.70	1.00
14.電力	1.08	0.99	1.03	1.03	0.96	0.99
15.建築	1.01	1.00	1.01	1.00	1.00	1.00
16.商業	1.04	0.98	1.01	0.98	0.99	0.99
17.運輸・通信	1.05	1.00	1.02	0.99	1.01	1.00
18.金融・保険	1.04	1.00	1.01	1.01	1.00	1.00
19.不動産	1.01	1.01	1.01	1.00	0.99	1.00
20.政府活動	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
21.サービス他	1.04	0.99	1.01	0.99	1.00	0.99
$G_K^0$	507.8	724.8	1232.6	507.8	724.8	1232.6
$G_{eK}^0$	507.8	724.8	1232.6	547.8	744.8	1292.6
$G_K^*$	547.0	724.8	1271.8	507.8	734.9	1242.7
$G_{eK}^*$	547.0	724.8	1271.8	585.5	745.5	1331.0
$G_K^*/G_K^0$	1.08	1.00	1.03	1.00	1.01	1.01
$G_{eK}^*/G_{eK}^0$	1.08	1.00	1.03	1.07	1.00	1.03

2.00、となる。

2)  $\phi_j^0=40.0$  かつ  $\phi_A^0=20.0$  と評価した場合は、日本、米国の農林業の増産率はそれぞれ、1.94、0.53となる。

## 1.3 表6

表6より、例えば以下のようなことが読み取れる。

1)  $\phi_j^0=0.0$  かつ  $\phi_A^0=0.0$  と評価した場合は、日本、米国の農林業の望ましい増産率はそれぞれ、0.00、1.92、となる。

表 6. “農林業” の外部経済効果が特化パターンに及ぼす影響(その 2)

( 農業、林業部門統合、 $\alpha = 1.02$ ,  $\beta = 2.00$ ,  $\gamma = 1.001$  )

(a) 評価額の違いが林業の増産率に及ぼす影響

日 本		$\phi_J^o$ ( $10^{10}$ \$/年)										
		0.0	1.0	2.0	3.0	4.0	5.0	6.0	7.0	8.0	9.0	10.0
$\phi_A^o$ ( $10^{10}$ \$/年)	0.0	0.00	1.62	1.62	1.62	1.62	1.62	1.62	1.62	1.62	1.62	1.62
	1.0	0.00	0.83	1.62	1.62	1.62	1.62	1.62	1.62	1.62	1.62	1.62
	2.0	0.00	0.00	1.22	1.62	1.62	1.62	1.62	1.62	1.62	1.62	1.62
	3.0	0.00	0.00	0.00	1.45	1.62	1.62	1.62	1.62	1.62	1.62	1.62
	4.0	0.00	0.00	0.00	0.44	1.53	1.62	1.62	1.62	1.62	1.62	1.62
	5.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.83	1.62	1.62	1.62	1.62	1.62	1.62
	6.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.83	1.62	1.62	1.62	1.62	1.62
	7.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.45	1.62	1.62	1.62	1.62
	8.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.54	1.53	1.62	1.62	1.62
	9.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.70	1.53	1.62	1.62
	10.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.70	1.62	1.62

米 国		$\phi_J^o$ ( $10^{10}$ \$/年)										
		0.0	1.0	2.0	3.0	4.0	5.0	6.0	7.0	8.0	9.0	10.0
$\phi_A^o$ ( $10^{10}$ \$/年)	0.0	1.92	0.71	0.71	0.71	0.71	0.71	0.71	0.71	0.71	0.71	0.71
	1.0	1.92	1.32	0.71	0.71	0.71	0.71	0.71	0.71	0.71	0.71	0.71
	2.0	1.92	1.92	1.01	0.71	0.71	0.71	0.71	0.71	0.71	0.71	0.71
	3.0	1.92	1.92	1.92	0.84	0.71	0.71	0.71	0.71	0.71	0.71	0.71
	4.0	1.92	1.92	1.92	1.6	0.78	0.71	0.71	0.71	0.71	0.71	0.71
	5.0	1.93	1.93	1.93	1.93	1.32	0.71	0.71	0.71	0.71	0.71	0.71
	6.0	1.93	1.93	1.93	1.93	1.93	1.32	0.71	0.71	0.71	0.71	0.71
	7.0	1.93	1.93	1.93	1.93	1.93	1.93	0.84	0.71	0.71	0.71	0.71
	8.0	1.93	1.93	1.93	1.93	1.93	1.93	1.53	0.78	0.71	0.71	0.71
	9.0	1.93	1.93	1.93	1.93	1.93	1.93	1.93	1.42	0.78	0.71	0.71
	10.0	1.93	1.93	1.93	1.93	1.93	1.93	1.93	1.93	1.42	0.71	0.71

世 界		$\phi_J^o$ ( $10^{10}$ \$/年)										
		0.0	1.0	2.0	3.0	4.0	5.0	6.0	7.0	8.0	9.0	10.0
$\phi_A^o$ ( $10^{10}$ \$/年)	0.0	1.18	1.06	1.06	1.06	1.06	1.06	1.06	1.06	1.06	1.06	1.06
	1.0	1.18	1.13	1.06	1.06	1.06	1.06	1.06	1.06	1.06	1.06	1.06
	2.0	1.18	1.18	1.09	1.06	1.06	1.06	1.06	1.06	1.06	1.06	1.06
	3.0	1.18	1.18	1.18	1.07	1.06	1.06	1.06	1.06	1.06	1.06	1.06
	4.0	1.18	1.18	1.18	1.15	1.07	1.06	1.06	1.06	1.06	1.06	1.06
	5.0	1.19	1.19	1.19	1.19	1.13	1.06	1.06	1.06	1.06	1.06	1.06
	6.0	1.19	1.19	1.19	1.19	1.19	1.13	1.06	1.06	1.06	1.06	1.06
	7.0	1.19	1.19	1.19	1.19	1.19	1.19	1.07	1.06	1.06	1.06	1.06
	8.0	1.19	1.19	1.19	1.19	1.19	1.19	1.15	1.07	1.06	1.06	1.06
	9.0	1.19	1.19	1.19	1.19	1.19	1.19	1.19	1.14	1.07	1.06	1.06
	10.0	1.19	1.19	1.19	1.19	1.19	1.19	1.19	1.19	1.14	1.06	1.06

表 6. “農林業” の外部経済効果が特化パターンに及ぼす影響(その 2)

## (b) 各部門の増産率の変化

部 門	$\varphi_j^0=0.0, \varphi_A^0=0.0$			$\varphi_j^0=5.0, \varphi_A^0=5.0$		
	日本	米国	世界	日本	米国	世界
	$X_j^*/X_j^0$	$X_A^*/X_A^0$	$X_W^*/X_W^0$	$X_j^*/X_j^0$	$X_A^*/X_A^0$	$X_W^*/X_W^0$
1.農業/2林業	0.00	1.92	1.18	1.62	0.71	1.06
3.鉱業	0.00	1.55	1.38	0.00	0.93	0.83
4.食料品	0.00	1.86	1.03	0.00	1.85	1.02
5.繊維製品	2.00	0.33	1.06	2.00	0.28	1.03
6.石油	0.00	1.78	1.02	2.00	0.37	1.06
7.化学製品	0.96	1.12	1.05	2.00	0.33	1.02
8.窯業	1.83	0.00	1.06	0.31	2.00	1.03
9.金属	1.34	0.77	1.07	1.93	0.00	1.00
10.一般機械	2.00	0.12	1.04	0.00	1.97	1.01
11.電気機械	1.92	0.00	1.04	1.45	0.54	1.03
12.輸送機械	0.00	1.71	1.04	2.00	0.37	1.01
13.その他の工業製品	1.34	0.86	1.06	0.00	1.76	1.04
14.電力	1.05	1.03	1.04	1.05	0.96	1.00
15.建築	1.01	1.01	1.01	1.00	1.00	1.00
16.商業	1.02	1.00	1.01	0.99	0.99	0.99
17.運輸・通信	1.02	1.01	1.01	1.00	1.01	1.01
18.金融・保険	1.02	1.01	1.01	1.02	1.00	1.01
19.不動産	1.01	1.01	1.01	1.00	1.00	1.00
20.政府活動	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
21.サービス他	1.03	1.00	1.02	1.01	0.99	1.00
$G_K^0$	507.8	724.8	1232.6	507.8	724.8	1232.6
$G_{eK}^0$	507.8	724.8	1232.6	512.8	729.8	1242.6
$G_K^*$	524.2	724.8	1248.9	517.6	730.8	1248.4
$G_{eK}^*$	524.2	724.8	1248.9	525.6	734.4	1260.0
$G_K^*/G_K^0$	1.03	1.00	1.01	1.02	1.01	1.01
$G_{eK}^*/G_{eK}^0$	1.03	1.00	1.01	1.03	1.01	1.01

2)  $\varphi_j^0=5.0$  かつ  $\varphi_A^0=5.0$  と評価した場合は、日本、米国の農林業の増産率はそれぞれ、1.62、0.71となる。また、この特化により、日本のGDPは約2%増加、米国のそれは約1%増加する。

## 2. 全体総括

表4～表6および割愛した表より以下の事実が読み取れる。

## 1) 部門の統合の影響：

林業と農業を統合し1つの部門にした場合の方が、外部経済効果の評価の

影響の現れ方は鈍くなる。これは、主として以下の理由によるものと考えられる。

外部経済効果の評価に伴う、目的関数[20]式の林業（農林業）部門の係数値の増加率を  $q$  とすれば、

$$q = \frac{g_{K\tau} + \frac{\varphi_K^0}{X_{K\tau}^0}}{g_{K\tau}} = 1 + \frac{\varphi_K^0}{g_{K\tau} X_{K\tau}^0} = 1 + \frac{\varphi_K^0}{G_{K\tau}^0}$$

( $G_{K\tau}^0$  : K国の(農)林業部門の現在の粗付加価値生産額)

したがって例えば、統合前の日本の林業部門では、 $q = 1 + \frac{\varphi_J^0}{G_{J\tau}^0} = 1 + \frac{\varphi_J^0}{0.69}$  となり、 $\varphi_J^0 = 0.69$  ( $\times 10^{10}$ \$/年) と見積もれば係数値が2倍になるの

に対して、農林業部門を統合した場合は、 $q = 1 + \frac{\varphi_J^0}{G_{J\tau}^0} = 1 + \frac{\varphi_J^0}{9.37}$  となり、 $\varphi_J^0 = 9.37$  ( $\times 10^{10}$ \$/年) と、前者の約14倍に見積もったときに漸く係数値は2倍になるからである。

2)  $\alpha$  (“供給超過率上限”) の値の違いが特化パターンに及ぼす影響：

$\alpha$  の値が1に近くなるほど、より小さな  $\varphi_J^0, \varphi_A^0$  の値で、林業（農林業）の特化パターンが変化する。すなわち、世界市場における各財の需給均衡条件が窮屈(タイト)になる程、外部経済効果の評価の影響が鋭敏（シャープ）に現れる。逆に、 $\alpha$  の値が1より大きくなるほど、すなわち、各財の需給均衡条件が緩く(ルーズ)になる程、外部経済効果の評価の影響は現れにくくなる。この理由については、稿を改めて考察する。

3)  $\beta$  (“潜在生産能力係数”) の値の違いが特化パターンに及ぼす影響：

少なくとも、 $\beta_\tau, \beta$  の値が、2.0～5.0の範囲で変化する限り、特化パターンに本質的な影響は現れない。

4)  $\gamma$  (“潤滑係数”) の値の違いが特化パターンに及ぼす影響：

$\gamma$  の値が1より大きくなるほど、すなわち、非貿易財に対する制約が緩く(ルーズ)になる程、外部経済効果の評価の影響はやや現れにくくなる。しかし少なくとも、 $\gamma$  の値が1.00001～1.10000の範囲で変化する限り、特化パターンに本質的な影響は現れない。

### 5) 特化パターンの安定性：

石油製品、輸送機械、等の装置産業は特化パターンが不安定であるが、農業、林業、繊維、等の労働集約型産業は特化パターンが比較的安定している。このことは、後者に属する産業に対しては、比較生産費説が比較的好く当てはまることを示している。

## 結 論

以上より、以下の結論が導かれる。

- 1) (農) 林業の外部経済効果を全く勘案しない場合は、設定条件がどのようなものであっても、日本は(農) 林産物の自給率を低下させ、それを輸入代替に頼ることが望ましい。
- 2) 日米両国の(農) 林業の外部経済効果を勘案した場合は、日本の(農) 林業の特化パターンが逆転するような  $\varphi_J^o - \varphi_A^o$  平面上の領域が存在する。ただし、この領域の形状は、需給均衡条件をどの程度厳密なものとして想定するか、すなわち、 $\alpha$  の値 ( $\geq 1$ ) をいくらに設定するかによって、数千億(円/年)～数十兆(円/年)程度の範囲内で大きく変化する。
- 3) 現在の日本の(農) 林業がもたらす外部経済効果を米国のそれより小さく見積もった(すなわち、 $\varphi_J^o \leq \varphi_A^o$  とした) 場合でも、日米の(農) 林業の特化パターンが逆転する可能性がありうる。

しかしいずれにしても、 $\varphi_J^o - \varphi_A^o$  平面上に、日本は林業の自給率の向上を図り米国はそれを抑制することが両国にとって望ましい、ということを示唆するような領域が確かに存在する。

## おわりに

本研究は、実証分析の面では、2 国のみによる考察であり、財も実物財に限定した。製品価格の変化の影響等も一切考慮していない。しかし、比較生産費モデルの一部は単純化したものの、中間財の存在を考慮に入れた著者独自の多国数多数財モデルを考案し、これを用いて実証分析に耐えうる分析を行った。

したがって、上記のようないくつかの単純化の仮定のもとでの結論ではあ



るが、その仮定を認める限り、そして、得られた最適解が各部門の望ましい生産額そのものを意味するのではなく、生産のシフトの望ましい方向を意味するものと解釈する限り、論理の飛躍はどこにもない。

たしかに、本研究では、(農)林業が提供する外部経済効果の大きさを、当該国の林業の生産額に比例する、等、強い仮定を設けている箇所も多く、改善の余地がある。しかし、これらの点を改善して得られるより普遍性のある結論は、自由貿易の利益を説く経済理論を盾に農林産物の輸出攻勢を正当化する国々に対して、経済原理にまで遡って反証する際の、論拠の一つになりうるものと考えている。

以上

## 注

(注1) 林産物の単位として、1\$で購入できる林産物の量を、林産物の1単位と定義(この単位は、「ドル価値林産物単位」と呼ぶのが適当であろう)すれば、図1(a)~(d)の横軸は、林産物の物量単位を表すと解釈することもできる。電気機械についても同様である。

(注2) 労働力の遊休を認めた場合は、生産可能領域は、2つの座標軸とこの平行四辺形の外側の(原点を基準としてより遠方の)2辺とで囲まれる4辺形領域となる。しかし、最適解等については、当然のことながら、労働力の遊休を認めない場合と全く同じ結論が得られる。

(注3) もしも、この制約条件を課さない場合は、世界全体の生産可能領域は、図1(c)の平行四辺形の内部領域全体となり、世界生産額を最大にする生産点は、この領域と、直線  $z_0 = x + y$  が接する点、すなわち、(61.8, 50.1)となる。このときの世界生産額  $z_{\max}$  は、111.9 (= 61.8 + 50.1)である。また、このときの日本の生産点は (0, 50.1)、米国の生産点は (61.8, 0)である。しかし、この場合、1) 米国の林産物の生産額は特化前の約20.0倍 (= 61.8/3.1)に増加する、2) 両国全体の電気機器の生産額は、特化前の約0.57倍 (= 50.1/87.7)に減少する、等々、極度に非現実的な結論が得られる。

(注4) この式は、[1-a]式の前半の2つの制約式を多数国多数財の場合に一般化したものである。

(注5) この式は、[1-a]式の後半の2つの制約式を一般化したものである。このことは以下のようにして示すことができる。

現時点(特化前)においては、世界市場における各財の需給均衡の条件より、 $\mathbf{S}_W^o = \mathbf{D}_W^o$  が成り立つ。現時点に関する[5]、[6]、[7]式の関係、この式に代入すれば、 $\sum_K [\mathbf{I} - \mathbf{A}_K] \mathbf{X}_K^o = \sum_K (\mathbf{F}_K + \mathbf{E}_{KR} - \mathbf{M}_{KR})$  なる関係が得られる。したがって[8]式は、次の[8']式のように変形できる。

$$[8'] \quad \sum_K [\mathbf{I} - \mathbf{A}_K] \mathbf{X}_K^* \geq \sum_K [\mathbf{I} - \mathbf{A}_K] \mathbf{X}_K^o$$

中間財を考慮しない場合は、 $\mathbf{A}_k = \mathbf{0}$  であるから、[8']式は  $\sum_K \mathbf{X}_K^* \geq \sum_K \mathbf{X}_K^o$  となる。これは[1-a]式の後半の2つの制約式を多数国多数財の場合に一般化したものにすぎない。

(注6) 全ての財が非貿易財の場合は、[15]式は、 $[\mathbf{I} - \mathbf{A}_K] \mathbf{X}_K^* = [\mathbf{I} - \mathbf{A}_K] \mathbf{X}_K^o$  となる。この等式の両辺の左から、 $[\mathbf{I} - \mathbf{A}_K]^{-1}$  を乗ずれば、 $\mathbf{X}_K^* = \mathbf{X}_K^o$  が得られる。しかし一部の財のみが非貿易財の場合は、当式は、貿易財に対しては勿論のこと、非貿易財に対しても、 $(\mathbf{X}_K^*)_{i_o} = (\mathbf{X}_K^o)_{i_o}$  なる関係を保障するものではない。

(注7) 実際には、[15]式の関係は、[12]式が成り立たなくとも、 $(\mathbf{E}_K^* - \mathbf{M}_K^*)_{i_o} = (\mathbf{E}_K^o - \mathbf{M}_K^o)_{i_o}$  でありさえすれば成立する。すなわち[15]式は、非貿易財の輸出額、輸入額そのものが不変なのではなく、その差額が不変に保たれる、との制約を意味しているに過ぎない。このような緩い制約しか課せないのは、産業連関表が競争輸入型のものであるためである。

(注8) この式は、[1-b]式を一般化したものである。このことは以下のようにして示すことができる。

中間財を考慮しない場合は、 $\mathbf{A}_k = \mathbf{0}$  であるから、生産額自体が粗付加価値額に等しくなり、粗付加価値係数ベクトル  $\mathbf{g}_K$  は  $\mathbf{g}_K = [1, \dots, 1]$ 、 $(K = 1, \dots, m)$  となる。したがって、[17]式は次の[17']式のように変形出来る。

$$[17'] \quad G_W^* \equiv \sum_{K=1}^m G_K^* = \sum_{K=1}^m \mathbf{g}_K \cdot \mathbf{X}_K^* = \sum_{K=1}^m \sum_{i=1}^n X_{Ki}^*$$

この式は[1-b]式を多数国多数財の場合に一般化したものにすぎない。

## 引用文献

OECD 2002. National Accounts of OECD Countries, Detailed tables Volume II  
1989-2000. OECD, Paris.

総務省 1999. 1995年産業連関表（雇用表）、総務省、東京。

通商産業省 2000. 1995年日米国際産業連関表（確報）（1995）、通商産業省、  
東京。

U.S. Bureau of the Census 1996. Statistical Abstract of the United States:1996  
(116th edition). Washington D.C.

