

2財・3要素モデルにおける貿易と 生産要素移動

佐 竹 正 夫

序

ヘクシャー・オリーソン定理が、サミュエルソン〔7〕、〔8〕によって、2財・2生産要素のモデルの枠組の中で、厳密に証明されてから、2財・2要素モデルは、貿易理論の中心的な位置を占めて来た。しかし、よく知られているように、ヘクシャー・オリーソン定理の2つの命題——要素賦存比率命題と要素価格均等化命題——が成立するためには、かなりきびしい仮定が必要である。ある仮定をはずしたり、それを別の仮定に変更した時に、上述の2命題が成立するかどうかは、きわめて興味深い問題であり、事実このような線に沿った研究も数多くなされている。

本稿のテーマも、このような試みの1つで、各部門の生産要素の1つが、その部門でしか使われない場合に、ヘクシャー・オリーソン定理が成立するかどうかを論じる。このタイプのモデルは、テミン〔9〕によって論じられ、ジョーンズ〔4〕によって、数学的に分析された。ジョーンズは、要素価格均等化命題とともに貿易理論の重要な定理であるストルパー・サミュエルソン定理とリブチンスキ一定理が、このタイプのモデルの下で、妥当するかどうかを議論した。彼の分析が、いろいろな問題に適用されることは、最近の2、3の研究によって示されている。⁽¹⁾

本稿は、ジョーンズのモデルを図形によって示し、さらに生産要素の賦存状態にある特定の仮定を置くことによって、貿易と生産要素の国際的な移動にかんする若干の問題を考察する。

1. モ デ ル

ここで想定する経済には、2種類の財・サービスが存在し、それぞれ2つの生産要素を用いて生産される。しかし、[序において述べたように、生産要素は、両財産業で使用される「一般要素」と、ある財の産業だけでしか使用されない「特殊要素」とに分けられる。以下の議論では、「一般要素」は、労働とするが、「特殊要素」は、特別に規定しない。それは、ジョーンズが述べているように、⁽²⁾物理的に全く異なる2つの生産要素——たとえば、資本ストックと土地ないし天然資源——であっても、また同じ資本ストックでも、一度使用されたら他産業へ移動したり、他産業で使用したりすることのできない生産要素であってもよい。あるいは、生産関数を広義に解釈して、販売活動を含みうるもの⁽³⁾と考えれば、「特殊要素」として経営資源を考えることも可能であろう。いずれにせよ、「特殊要素」は、ある産業でしか使用されない生産要素と定義される。

さて、各財は労働と特殊要素によって生産されるから、財の生産量を X 、労働量を L 、特殊要素の賦存量を V で表わせば、生産関数は、

$$X_1 = F_1(V_1, V_1) \quad (1)$$

$$X_2 = F_2(L_2, V_2) \quad (2)$$

と書くことができる。各生産要素の限界生産力は逓減し、1要素のみでは生産が行なわれないことを仮定する。

すべての価格は完全に伸縮的で、労働は自由に2産業間を移動できるものとする。このことから、労働は完全雇用される。全労働量を L とすると

$$L = L_1 + L_2 \quad (3)$$

他方、特殊要素 V_1, V_2 は、この経済に存在する全ての要素量を示しており、完全雇用されている。

労働の価格、すなわち貨幣賃金率 W は、労働の限界生産力の価値に等しく

決まるものとすれば、

$$W = p_1 \frac{\partial F_1}{\partial L_1} = p_2 \frac{\partial F_2}{\partial L_2} \quad (4)$$

となる。ここで、 $p_i (i=1, 2)$ は i 財の価格である。賃金を支払った残りは、特殊要素に対する報酬になるから、 V_1, V_2 の価格をそれぞれ R, Q で表わせば、

$$RV_1 = p_1 X_1 - WL_1 = p_1 \left[F_1(L_1, V_1) - \frac{\partial F_1}{\partial L_1} L_1 \right] \quad (5)$$

$$QV_2 = p_2 X_2 - WL_2 = p_2 \left[F_2(L_2, V_2) - \frac{\partial F_2}{\partial L_2} L_2 \right] \quad (6)$$

次に、生産関数の一次同次性の仮定を導入すれば、(1)、(2)式は、次のように書き改められる。

$$X_1 = L_1 F_1 \left(1, \frac{V_1}{L_1} \right) = L_1 f_1(k_1) \quad (7)$$

$$X_2 = L_2 F_2 \left(1, \frac{V_2}{L_2} \right) = L_2 f_2(k_2) \quad (8)$$

$$f_i' > 0, f_i'' < 0 \quad (i=1, 2)$$

ここで、 k_i は、 i 財の特殊要素・労働比率を示している。

第2財で測った賃金率を w とすると、

$$w = \frac{W}{p_2} = p \left[f_1(k_1) - k_1 f_1'(k_1) \right] = f_2(k_2) - k_2 f_2'(k_2) \quad (9)$$

ここで p は、第1財の相対価格、すなわち、 p_1/p_2 である。(9)式と同様に、第2財で測った R と Q をそれぞれ r, q で表わせば、(5)、(6)は、

$$\begin{aligned} r &= \frac{R}{p_2} = \frac{p}{V_1} [L_1 f_1(k_1) - \{f_1(k_1) - k_1 f_1'(k_1)\} L_1] \\ &= p f_1'(k_1) \end{aligned} \quad (10)$$

$$\begin{aligned} q &= \frac{Q}{p_2} = \frac{1}{V_2} [L_2 f_2(k_2) - \{f_2(k_2) - k_2 f_2'(k_2)\} L_2] \\ &= f_2'(k_2) \end{aligned} \quad (11)$$

となる。(10)、(11)式はまた V_1, V_2 の価格が、それぞれ V_1, V_2 の限界生

産力に等しいことを表わしている。

(3), (7), (8), (10), (11) の 7 個の式と

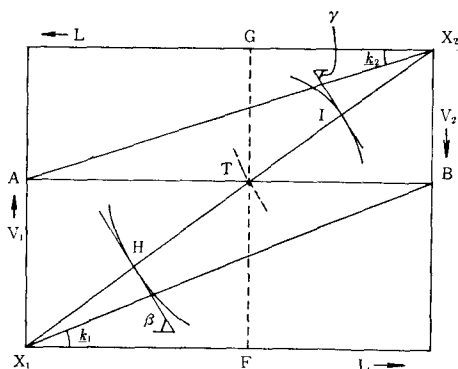
$$V_1 = k_1 L_1 \quad (12)$$

$$V_2 = k_2 L_2 \quad (13)$$

の 2 個の定義式には $X_1, X_2, L_1, L_2, k_1, k_2, w, r, q, p, V_1, V_2, L$ の 13 個の変数がある。この中で、 V_1, V_2 及び L は一定で、残りの 10 個の変数のうちどれか 1 つが決定されれば、上記の 9 個の方程式からすべての変数が決定される。

この節の残りの部分では、以上のモデルを図形で示し、主要な変数間の関係を導出する。第 1 図は、Box-Diagram である。左下と右上のコーナーは第 1 財と第 2 財の等量曲線群の原点である。上辺と下辺は労働、左辺は特殊要素 V_1 、右辺は V_2 がとられている。特殊要素は完全雇用されると仮定されているから、生産はつねに AB 上で行なわれる。B 点は労働がすべて第 1 財を生産するために使われ、したがって第 2 財の生産が全く行なわれないような点である。このとき、等量曲線と原点 X_1 とを結んだ直線の傾きによって表わされる特殊要素・労働比率 k_1 は、最小値 k_1 をとる。(k_2 は、図から明らかなように無限大になる。) 他方、A 点は逆に労働がすべて第 2 財の生産に向けられ、第 1 財の生産が行なわれないような点である。このとき、 k_1 は無限大になる。

第 1 図

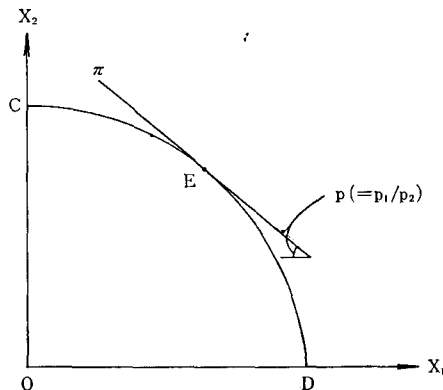


(k_2 は最小値 k_2 をとる。)

第2図は生産可能曲線で、通常モデルと同様、右下りで原点に対して凹の形をしている⁽⁴⁾。第2図の C, D は、第1図の A, B に対応している⁽⁵⁾。財の相対価格が与えられると、生産は価格と生産可能曲線の傾きが等しい点で行なわれる。たとえば、価格線が π で与えられるとしよう。その時生産はE点で行なわれる。E点に対応する第1図の点がT点であるとしよう。T点では、全労働量のうち X_1F が第1財産業に雇用され、 X_2G が第2財産業に雇用される。特殊要素の量は一定だから、 k_1, k_2 も労働の配分に応じて決定される。また、各財の等量曲線の接線の傾きは、要素価格の比を表わすから、それらも一義的に決定される。ここで、要素の相対価格を次のような記号によって表わすことにしよう。すなわち、賃金と V_1 の価格の比率 w/r を β 、賃金と V_2 の価格の比率 w/q を γ 、そして V_1 の価格と V_2 の価格の比率 r/q を α で表わす。E点、すなわちT点で生産が行なわれる時、 β と γ は、それぞれ H と I での等量曲線の接線の傾きとして示される⁽⁶⁾。

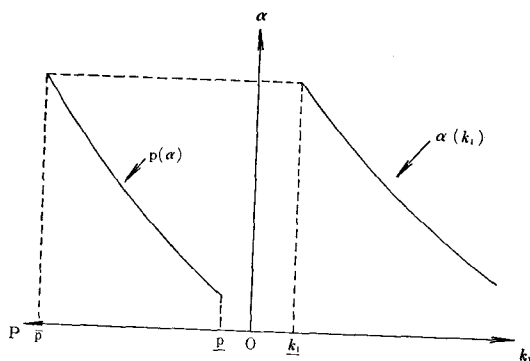
最後に、第1図と第2図を使って財の相対価格 p と、特殊要素の価格比率 α 、それに特殊要素労働比率 k_1 の関係を導出する。財価格 p の低下は、生産点を

第 2 図



DからCに向って移動させる。これは、第1図におけるBからAへの移行と同じである。すなわち、第1財の相対価格の低下によって、第1財産業は労働を解雇して生産を縮小せざるをえない。他方、第2財産業は第1財産業で解雇された労働を雇用して生産を拡大する。このとき、第1財産業の雇用労働量の減少によって k_1 は上昇するであろう。また、第1図からわかるように、 β は上昇し、 γ は低下する。これは、 α の低下を意味する。なぜなら、 $\alpha = r/q = \frac{w/q}{w/r} = \gamma/\beta$ だからである。したがって、財価格 p と要素価格比率 α 、及び要素比率 k_1 の関係は、第3図のように表わされる。

第 3 図

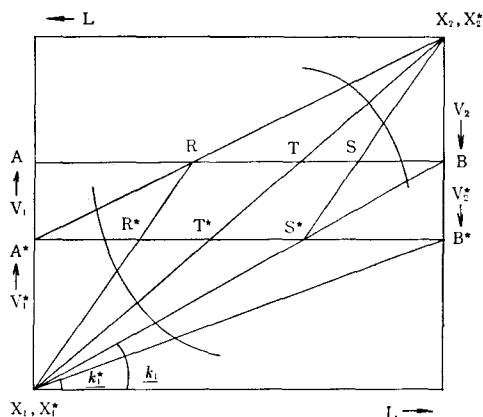


2. 開 放 経 済

この節では、外国を導入しよう。外国も、2財 X_1, X_2 を3要素、 L, V_1, V_2 によって、自国と同一の生産関数の下で生産する。生産要素は完全雇用され、すべての価格は伸縮的である。このような場合、両国の経済の生産の側における違いは、生産要素の賦存量に現われてくる。いろいろなケースが考えられるが、以下では、最も簡単なケースとして、総労働量は両国では同じだが、特殊要素の賦存量が異なるケースを考えよう。以下では、外国を * によって表わす。

第4図は、自国において特殊要素 V_1 が外国よりも豊富だが、 V_2 が稀少で

第 4 図



あるようなケースを示している。すなわち、 $L=L^*$ 、 $V_1>V_1^*$ 、そして $V_2<V_2^*$ のケースである。あるいは、同じことだが、 $k_1>k_1^*$ 、 $k_2<k_2^*$ のケースと⁽⁸⁾ いてもよい。図から容易に分かるように、 $T(T^*)$ では、 $k_1=k_1^*=k_2=k_2^*$ となり、 $T(T^*)$ と $S(S^*)$ の間では、同一の要素比率 $k_1=k_1^*$ に対して、 $k_2>k_2^*$ であり、 $T(T^*)$ と $R(R^*)$ の間では、同一の要素比率に対して、 $k_2<k_2^*$ である。これに対応して、両国の財価格 p, p^* は T 点で等しくなり、 $TS(T^*S^*)$ 間で $p>p^*$ 、 $TR(T^*R^*)$ 間で $p<p^*$ となる。なぜなら、(9) 式から、財価格は

$$p = \frac{f_2(k_2) - k_2 f_2'(k_2)}{f_1(k_1) - k_1 f_1'(k_1)} \quad (14)$$

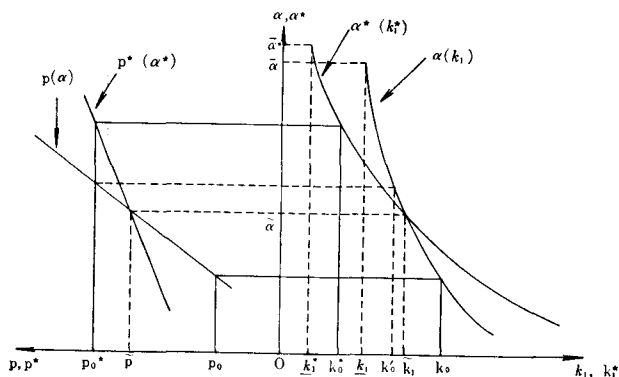
となる。(14) 式から、 $T(T^*)$ 点では、 $k_1=k_1^*=k_2=k_2^*$ だから、両国の財価格は等しい。すなわち $p=p^*$ 。しかるに $TS(T^*S^*)$ 間では、 $k_1=k_1^*$ に対して $k_2>k_2^*$ 、 $TR(T^*R^*)$ 間では、 $k_2<k_2^*$ であるから、(14) 式の分子からわかるように、それぞれ $p>p^*$ 、 $p<p^*$ となる。⁽⁹⁾

また、要素価格比率 α も、 $T(T^*)$ 点を境にして両国で異なる。(10)、(11) 式から、

$$\alpha = \frac{r}{q} = \frac{pf_1'(k_1)}{f_2'(k_2)} \quad (15)$$

$T(T^*)$ 点では、 $\alpha = \alpha^*$ であるが、 $TS(T^*S^*)$ 間では、 $k_2 > k_2^*$ 、 $p > p^*$ だから $\alpha > \alpha^*$ 、 $TR(T^*R^*)$ 間では、 $k_2 < k_2^*$ 、 $p < p^*$ だから、 $\alpha < \alpha^*$ となる。両国の財価格、要素価格比率、そして要素比率の関係は、第 5 図に示されている。

第 5 図



3. 貿易パターンと生産要素価格

2 財 2 要素モデルでは、若干の限定の下でヘクシャー・オリーニ定理が成立するが、われわれのモデルでは、それはどのような意味を持つだろうか。はじめに、要素賦存比率命題について、次に要素価格均等化命題について検討してみよう。

(1) 要素賦存比率命題

貿易を始める前の両国の均衡価格が、第 5 図の k_0, k_0^* で示されるような資源配分の下で決定されるものとしよう。これは、第 4 図において、自国は T 点の左側で、また外国は、 T^* 点の右側でそれぞれ生産を行なうことを意味している。自国では、 V_1 が外国よりも豊富で、 V_2 が希少であることを考えると、需要側の強い偏向がない限り、生産（消費）が上記のように決定されるの

は、plausible と考えてよいだろう。したがって、この場合には、 $\alpha < \alpha^*$ で、かつ $p < p^*$ である。すなわち、 V_1 が豊富に存在する自国は、 V_1 の価格が外国に比べて相対的に安く、したがって自国は第1財に比較優位を持っている。この場合には、ヘクシャー・オリーニ定理は妥当する。しかし、図からわかるように、両国の貿易前の要素の賦存状態を示す k_1 が、接近している場合には、要素賦存比率命題が妥当しない場合がありうる。たとえば、第5図において、自国の k_1 が、 k_1 と k_0' の間に存在しているなら、自国は、 V_1 が豊富に存在しているにもかかわらず、 V_1 を使う第1財の価格が外国に比べて相対的に高い。つまり、第1財は自国にとって比較劣位の財となる。⁽¹⁰⁾

(2) 要素価格均等化命題

貿易が行なわれれば、国際市場で財価格が均衡する。第5図から明らかなように、この時、国際的な均衡価格が偶然 $\bar{p}$ になる場合を除いて要素価格比率は両国で同じにはならない。⁽¹¹⁾ 均等化の方向に向くと一般にいうことはできるが、両国の貿易前の要素比率が接近している場合には、逆に両国の要素価格比率の相違が貿易後拡大する場合も起りうる。たとえば、自国の k_1 が、 k_1 と k_0' の間に位置している時は明らかに要素価格比率の差は大きくなっている。

4. 生産要素の国際的移動

前節の(2)で考察したように、貿易が行なわれても両国の要素価格は均等化しないから、生産要素の国際的な移動のインセンティブが起る。ここでは、労働は国際的には移動しないが、特殊要素は移動すると仮定しよう。

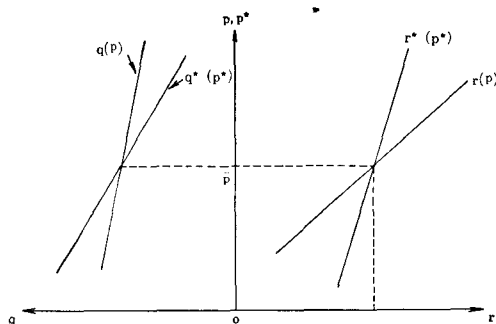
特殊要素の移動を検討するために、財価格と要素の絶対価格の関係を求める。(9)、(10)式を p で微分すると、

$$\frac{\partial r}{\partial p} = f_1'(k_1) + p f_1''(k_1) \frac{\partial k_1}{\partial p} > 0 \quad (16)$$

$$\frac{\partial q}{\partial p} = f_2''(k_2) \frac{\partial k_2}{\partial k_1} \frac{\partial k_1}{\partial p} \stackrel{(12)}{<} 0 \quad (17)$$

第4図の $T(T^*)$ 点では、 $r=r^*$ 、 $q=q^*$ であり、 $TS(T^*S^*)$ 間では、 $p > p^*$ 、 $k_2 > k_2^*$ だから $r=f_1'(k_1)$ 、 $q=f_2'(k_2)$ を考慮すると、 $r > r^*$ 、 $q > q^*$ とな

第 6 図



る。また、 $TR(T^*R^*)$ 間では、 $r < r^*$ 、 $q < q^*$ となる。これらの関係は、第 6 図に示されている。

第 6 図からわかるように、財の国際的な均衡価格が $\tilde{p}$ 以外であれば、両国の各々の特殊要素の価格は異なっている。たとえば、国際的な均衡価格が $\tilde{p}$ よりも高く決定されるなら、 $r > r^*$ 、 $q > q^*$ となり、 $\tilde{p}$ よりも低いなら、 $r < r^*$ 、 $q < q^*$ となる。前者の場合、特殊要素はともに外国から自国に流れる。また、⁽¹³⁾ 後者の場合には逆である。これは、要素価格を均衡化させる。しかし、われわれのモデルでは、各要素の相互交流は起らない。両要素はともにある国から他の国へ移動する。

数 学 付 録

1. はじめに、本文の順序とは逆になるが、財価格、要素価格及び要素比率の間の関係を求める。

(12)、(13) 式から

$$k_2 = \frac{k_1 V_2}{k_1 L - V_1} \quad (\text{A-1})$$

k_1 で微分すると

$$\frac{\partial k_1}{\partial k_2} = \frac{-V_1 V_2}{(k_1 L - V_1)^2} < 0 \quad (\text{A-2})$$

次に、(14) 式の $p(k_1)$ を k_1 で微分すると

$$\frac{\partial p}{\partial k_1} = \frac{-k_2 f_2'' \frac{\partial k_2}{\partial k_1} (f_1 - k_1 f_1') + k_1 f_1'' (f_2 - k_2 f_2')}{(f_1 - k_1 f_1')^2} < 0 \quad (\text{A-3})$$

また、(15) 式の α を k_1 で微分すると

$$\frac{\partial \alpha}{\partial k_1} = \frac{\left(\frac{\partial p}{\partial k_1} f_1' + p f_1'' \right) f_2' - p f_1' \cdot f_2'' \cdot \frac{\partial k_2}{\partial k_1}}{(f_2')^2} < 0 \quad (\text{A-4})$$

2. 次に財価格が生産量に与える影響、及び生産要素の賦存量が要素価格に与える影響について考察しよう。

初期にすべての価格が1であると仮定して、基本モデルの変化形を求めると

$$\begin{aligned} dX_1 &= f_1 dL_1 + L_1 dk_1 \\ dX_2 &= f_2 dL_2 + L_2 dk_2 \\ dL &= dL_1 + dL_2 \\ dV_1 &= k_1 dL_1 + L_1 dk_1 \\ dV_2 &= k_2 dL_2 + L_2 dk_2 \\ dw &= dp - k_1 f_1'' dk_1 = -k_2 f_2'' dk_2 \\ dr &= dp + f_1'' dk_1 \\ dq &= f_2'' dk_2 \end{aligned}$$

上の第3式から第6式までで、 dk_1 , dk_2 , dL_1 及び dL_2 が導出され、それらを第1式、第2式に代入して、生産要素量が一定だとして、財価格が生産量に与える効果をみると

$$\frac{\partial X_1}{\partial p} = \frac{-L_1 L_2}{\Delta} > 0, \quad \frac{\partial X_2}{\partial p} = \frac{L_1 L_2}{\Delta} < 0 \quad (\text{A-5})$$

$$\frac{dX_2}{dX_1} = -p (= -1) \quad (\text{A-6})$$

また

$$\frac{\partial \left(\frac{X_2}{X_1} \right)}{\partial p} \cdot \frac{p}{X_2/X_1} = \frac{L_1 f_1 + L_2 f_2}{f_1 \cdot f_2 \cdot \Delta} < 0 \quad (\text{A-7})$$

ここで

$$\Delta = L_1 k_2^2 f_2'' + L_2 k_1^2 f_1'' < 0$$

(A-6), (A-7) 式は, 生産可能曲線が右下りで, 原点に対して凹であることを示している。

次に各生産要素の価格の変化は,

$$dw = -\frac{k_2 f_2''}{\Delta} [-k_1^2 k_2 f_1'' dL + k_1 k_2 f_1'' dV_1 + k_1^2 f_1'' dV_2 - k_2 L_1 dp] \quad (\text{A-8})$$

$$dr = \frac{f_1''}{\Delta} \left[-k_1 k_2^2 f_2'' dL + k_2^2 f_2'' dV_1 + k_1 k_2 f_2'' dV_2 + \left(k_1 L_2 + \frac{\Delta}{f_1''} \right) dp \right] \quad (\text{A-9})$$

$$dq = \frac{f_2''}{\Delta} [-k_1^2 k_2 f_1'' dL + k_1 k_2 f_1'' dV_1 + k_1^2 f_1'' dV_2 - k_2 L_1 dp] \quad (\text{A-10})$$

(A-8)~(A-10) 式は, 要素価格が財価格だけではなく各生産要素の賦存量からも影響を受けていることを示している。すなわち, 労働量の増加は賃金を下落させ, 特殊要素の価格を上昇させる。他方, 特殊要素量の増加は賃金を上昇させ, それ自身の価格を下落させる。

※ 本稿の作成過程で, 小島清教授, 山沢逸平助教及び池間誠助教より貴重なコメントをいただいた。記して感謝の意を表します。

注

- (1) ケイブス [1] は, ジョーンズのモデルから得られた結果を利用して, 直接投資に関する若干の現象の解明を試みている。池間 [3] は, ジョーンズ・モデルを本稿とは別の図形で表わし, 直接投資の受入国の経済厚生の問題を論じている。また, このモデルの動学化の試みが最近大山 [6] によってなされた。
- (2) ジョーンズ [4], p. 5.
- (3) 生産関数に関するこのような考え方は, 藤野 [2], 200-201 頁にみられる。
- (4) 数学付録 (A-6), (A-7) 式参照。
- (5) しかし, A, B ないし C, D では生産は行なわれないことに注意しなければな

らない。

- (6) 生産関数の一次同次性の性質から、T点での等量曲線の傾きは、H点ないしI点でのそれに等しい。
- (7) より厳密な証明は、数学付録で与えられる。特に、(A-3)式と(A-4)式を参照。
- (8) 第4図では、特殊要素 V_1 の賦存量の差が、 V_2 のそのの両国の差と等しいように描かれているが、これは議論の簡単化のためである。そうでない場合が一般的だが、このことは議論には重要な影響を与えない。
- (9) 分子を k_2 で微分すると $-k_2 f_2''(k_2)$ となり、これは正である。したがって、 $k_2 \geq k_2^*$ に従って $p \geq p^*$ となる。
- (10) ここで採用している証明方法は、ヘクシャー・オリーン定理を証明する際に使われる標準的な手法ときわめて類似している（たとえば、小宮・天野[5]、第1章参照）。ただ、このモデルでは、要素賦存量から財価格が独立でないので、いろいろなケースが考えられ、分析はいちじるしく複雑になる。ここでとりあげたケースは、それらのかなり限定された一ケースといえるであろう。しかし、労働の賦存量が同一で、特殊生産要素の賦存量が異なる経済という例は、現実にかかなり多くみられるであろう。また、図形を用いしないで、要素賦存比率命題を検討したものとして、大山[6]、22-24頁がある。
- (11) ジョーンズが指摘しているように（[4] p. 5）、生産要素価格は一般には均等化しない。しかし、均等化するケースも例外的にありうることが示されたのは、図形化したことの1つの成果ではないかと思われる。
- (12) 数学付録(A-2)、(A-3)から、 $\partial k_2 / \partial k_1 < 0$ 、 $\partial k_1 / \partial p < 0$ である。

引用文献

- [1] Caves, R.E., "International Corporations: The Industrial Economics of Foreign Investment", *Economica*, Vol. 38, 1971.
- [2] 藤野正三郎『所得と物価の基礎理論』, 創文社, 1972年。
- [3] 池間 誠「直接投資——一つの理論的アプローチ」『世界経済評論』, Vol. 18, No. 8, 1974.
- [4] Jones, R.W., "A Three-Factor Model in Theory, Trade and History", *Trade, Balance of Payments, and Growth: Essays in Honor C.P. Kindleberger, J. Bhagwati et al.*, eds., Amsterdam, 1971.
- [5] 小宮隆太郎・天野明弘『国際経済学』岩波書店, 1971年。
- [6] 大山道広「貿易と成長の理論——2部門3要素モデルによる——」『三田学会雑誌』, 67巻5号, 1974年。

- [7] Samuelson, P.A., "International Trade and the Equalization of Factor Prices", *Economic Journal*, Vol. 58, 1948.
- [8] Samuelson, P.A., "International Factor Price Equalization Once Again", *Economic Journal*, Vol. 59, 1949.
- [9] Temin, P., "Labor Scarcity and the Problem of American Industrial Efficiency in the 1850's", *Journal of Economic History*, Vol. 26, 1966.

(筆者の住所：東京都世田谷区豪徳寺1-14-2 牟田方)