

技術進歩とレオンティエフ逆説 (Part 2) : Jonesモデル再考

浜 口 登

第1節 序

レオンティエフ逆説を語る以上、ヘクシャー・オリーン (HO) モデルを理解する必要があるのは当然である。そのためには、Jones (1965) モデル¹⁾を徹底的に分析することが最も効率的だと思われる。浜口 (2001) でも Jones モデルをとりあげたが、本稿では、より包括的かつ丁寧な分析を行いたい。この点をもう少し敷衍すれば、次のようになる。

第1に、本稿の執筆を準備していたところ、HOモデルの4大命題 (要素価格均等化命題、リプチンスキー命題、ストルパー・サミュエルソン命題、HO命題) と Jones モデルの関係を明確に解説した文献がほとんどないことに気づいた。むろん、Jones (1965) は、上記の4命題に一応触れているが、必ずしも解りやすいとはいえない。

第2に、HOモデルの最も重要な仮定の一つは「貿易パートナー間で技術が同一」というものであるが、これをはずすとHOモデルがどのように影響を受けるのかを明示したい。本稿のタイトルが示す通り、この研究の目的は、レオンティエフ逆説の解明にある。私のとりあえずの仮説は「技術の国際間格差を考慮に入れば、逆説が消えるのではないか」ということである。もちろん、この点は、ほとんど全ての国際貿易論の教科書に書いてある。ただし、証明はほぼ全て幾何学的である。確かに幾何学的証明は直感に訴える点で優れている。しかし、実際に自分で図を描いてみると分るように、線の引き方一つで結論を変えられるという恣意性をまぬかれない。そこで、Jonesモデルを使って方程式の操作のみで証明したい。

第3に、両国の要素賦存比率と技術の双方が異なるというより一般的なモデル (仮に「一般化Jonesモデル」と呼ぶ) を提示して、技術は同一だが要素賦存比率は異なるという本来のHOモデルと、要素賦存比率は同じだが、技術は異なるという「新リカード」²⁾

1) Jonesモデルの学説史的背景に関しては、浜口 (2001) のp. 40、脚注7と天野 (1964) のp. 5、脚注6を参照。また、Jones (1970) とBatra (1973) も参照。

2) 私は、労働価値説に基づいているリカードモデルを今日的に修正すると、HOモデルとほぼ似た一般均衡モデル (本稿では、仮に「新リカードモデル」と呼ぶ) になり、面白い論議が出来ると考え

モデルを特殊なケースにして、統一的な説明を行いたい。

以下第2節では、Jonesモデルの導出法を詳しく述べる。第3節では、HOモデルの4大命題の証明を試みる。第4節では、技術進歩に関してより詳しく分析する。結論は第5節で述べる。

第2節 Jonesモデル

最初にモデルの諸仮定を列挙する。

- (1) モデルは2国（自国と外国）、2財（製造業製品Mと食品F）、2生産要素（資本Kと労働L）で構成される。
- (2) 生産関数は規模に関して1次同次で、各生産要素は収穫逡減の法則に従う。
- (3) 生産要素は常に完全雇用される。
- (4) 生産要素は各国内の産業間では自由にコストなしで移動できるが、国際間では全く移動しない。
- (5) 財と生産要素の市場は全て完全競争的で、価格は完全に伸縮的である。
- (6) 生産における要素集約性は財によって異なる。
- (7) 要素集約性の逆転は起こらない。
- (8) 両国とも両財を生産する。いわゆる完全特化は起こらない。
- (9) KとLの両生産要素ともMとFの両方の生産で使われる。
- (10) 消費者選好は貿易パートナー間で同一かつホモセティックである。
- (11) 財の貿易には、輸送費を含めて一切の障壁はない。
- (12) 貿易収支は常にバランスしている。

*本稿では、M産業がF産業より労働集約的であり、自国（当該国）が労働豊富国と仮定する。これは説明の便宜上そうするだけであって、何ら本質的な問題ではない。

まず、完全雇用の仮定から

$$(2.1) \quad L_M + L_F = L$$

$$(2.2) \quad K_M + K_F = K$$

が成立する。ここで、 L_j と K_j はそれぞれj産業(j = M, F)の労働と資本の使用量であり、L

る。実際この考え方はレオンティエフ逆説を解明するという文脈の中で、提示されているのである。すなわち、HOの伝統にのっとったNeofactor Proportions Account（新要素比率論）と技術の役割に注目するNeotechnology Account（新技術論）の2つにレオンティエフ逆説の解明が分かれるという考え方である。Neofactor proportions accountとNeotechnology accountという概念について、Hufbauer（1970）は当該論文の中で、“Earlier it was said that the neofactor proportions account, combining human and physical capital, performed so well that the role for other theories was doubt. It is now apparent that another cluster of explanations—shall we call it the neotechnology account?—emerges as an equally strong contender.”と述べている（p. 195）。本稿で提示した「新リカードモデル」はNeotechnology Accountに近い。なお、Johnson（1963, 1968, 1970）やHirsch（1974）も参照。

とKはそれぞれ経済全体の労働と資本の総賦存量である。次に生産要素投入と生産物産出の関係を、投入産出係数 a_{ij} で表す。ここで $i = L, K; j = M, F$ で、例えば、 $a_{LF} \equiv L_F/F$ 。これを使って、(2.1)と(2.2)は

$$(2.3) \quad a_{LM}M + a_{LF}F = L$$

$$(2.4) \quad a_{KM}M + a_{KF}F = K$$

と書き直せる。ここで、MとFはそれぞれ製造業と食品産業の生産量である。次に完全競争の仮定から、

$$(2.5) \quad wa_{LM} + ra_{KM} = P_M$$

$$(2.6) \quad wa_{LF} + ra_{KF} = P_F$$

が成立する³⁾。ここでwは賃金率、rは資本のレンタル・プライス、 P_j ($j = M, F$)はj産業の生産物の価格である。ここで、(2.3)を対数全微分すると、

$$\frac{a_{LM}M}{L} (\hat{a}_{LM}M) + \frac{a_{LF}F}{L} (\hat{a}_{LF}F) = \frac{L_M}{M} \cdot \frac{M}{L} (\hat{a}_{LM} + \hat{M}) + \frac{L_F}{F} \cdot \frac{F}{L} (\hat{a}_{LF} + \hat{F}) = \hat{L}$$

となる。ここで、変数の真上にハットマーク (^)がかぶせてあるのは、その変数の相対的变化率であることを意味する。たとえば、 $\hat{M} \equiv dM/M$ 。これを整理すると、

$$(2.3') \quad \lambda_{LM}\hat{M} + \lambda_{LF}\hat{F} = \hat{L} - [\lambda_{LM}\hat{a}_{LM} + \lambda_{LF}\hat{a}_{LF}]$$

となる。ただし、 λ_{ij} はi要素の総賦存量のうちj産業で使われる比率である。たとえば、

$$\lambda_{LM} \equiv \frac{a_{LM}M}{L} \equiv \frac{L_M}{L}$$

ここで技術進歩を導入する。投入・産出係数は、生産要素の相対価格 ($\omega \equiv w/r$) と技術の水準、tに依存する。つまり、

$$(2.7) \quad a_{ij} = a_{ij}(\omega, t)$$

である。相対的变化率で書くと (対数全微分すると)、

$$(2.8) \quad \hat{a}_{ij} = \hat{c}_{ij} - \hat{b}_{ij}$$

と書ける。すなわち、 \hat{a}_{ij} は、(技術の水準を一定に保ったときの) 相対価格の変化に対応した \hat{c}_{ij} と (要素相対価格を一定に保ったときの) 技術進歩に対応した \hat{b}_{ij} に分解できる。つまり、

$$\hat{c}_{ij} \equiv \frac{\partial a_{ij} / \partial w}{a_{ij}}, \quad \hat{b}_{ij} \equiv \frac{\partial a_{ij} / \partial t}{a_{ij}}$$

である。

3) (2.5)の場合、

$$wa_{LM} + ra_{KM} = \frac{w \cdot L_M}{M} + \frac{r \cdot K_M}{M} = \frac{wL_M + rK_M}{M} = P_M$$

であるが、これはオイラーの定理に他ならない。生産関数が1次同次と仮定しているので、生産物の総価値($P_M M$)と生産要素投入の総費用($wL_M + rK_M$)は正確に等しい。(2.6)も同様。

(2.8)を(2.3')に代入すると、[]内は、 $(\lambda_{LM}\hat{c}_{LM} + \lambda_{LF}\hat{c}_{LF}) - (\lambda_{LM}\hat{b}_{LM} + \lambda_{LF}\hat{b}_{LF})$ になる。
技術の水準 t の変化、つまり技術進歩を τ で表し、次の2式を定義する。

$$(2.9) \quad \tau_j \equiv \theta_{Lj}\hat{b}_{Lj} + \theta_{Kj}\hat{b}_{Kj} \quad (j = M, F)$$

$$(2.10) \quad \tau_i \equiv \lambda_{LM}\hat{b}_{LM} + \lambda_{LF}\hat{b}_{LF} \quad (i = L, K)$$

ただし、 θ_{ij} は i 要素の j 産業における分配率である。例えば

$$\theta_{KM} \equiv \frac{rK_M}{P_M} \equiv \frac{rK_M}{P_M M}$$

(2.10)の定義を適用すれば、 $(\lambda_{LM}\hat{b}_{LM} + \lambda_{LF}\hat{b}_{LF}) \equiv \tau_L$ である。

一方、 $(\lambda_{LM}\hat{c}_{LM} + \lambda_{LF}\hat{c}_{LF}) = \delta_L(\hat{w} - \hat{r})$ だが、それを説明する。

$\hat{c}_{LM} = (\theta_{KM} + \theta_{LM})\hat{c}_{LM} = \theta_{KM}\hat{c}_{LM} + (-\theta_{KM}\hat{c}_{KM})$ 。これは、定義により、 $\theta_{KM} + \theta_{LM} \equiv 1$ になり、
Envelop theoremにより $\theta_{LM}\hat{c}_{LM} + \theta_{KM}\hat{c}_{KM} = 0$ となるためである。そこで、

$$\hat{c}_{LM} = -\theta_{KM} \frac{\hat{c}_{KM} - \hat{c}_{LM}}{\hat{w} - \hat{r}} (\hat{w} - \hat{r}) = -\theta_{KM}\sigma_M (\hat{w} - \hat{r})$$

ただし、

$$\sigma_j \equiv \frac{\hat{c}_{Kj} - \hat{c}_{Lj}}{\hat{w} - \hat{r}}, j = M, F,$$

つまり、 j 産業における資本と労働の代替弾力性である。同様にして、 $\hat{c}_{LF} = -\theta_{KF}\sigma_F(\hat{w} - \hat{r})$ 。
結局、 $(\lambda_{LM}\hat{c}_{LM} + \lambda_{LF}\hat{c}_{LF}) = \lambda_{LM}\{-\theta_{KM}\sigma_M(\hat{w} - \hat{r})\} + \lambda_{LF}\{-\theta_{KF}\sigma_F(\hat{w} - \hat{r})\} = -\{(\lambda_{LM}\theta_{KM}\sigma_M) + (\lambda_{LF}\theta_{KF}\sigma_F)\}(\hat{w} - \hat{r}) = -\delta_L(\hat{w} - \hat{r})$ 。ただし $\delta_L \equiv \lambda_{LM}\theta_{KM}\sigma_M + \lambda_{LF}\theta_{KF}\sigma_F$ と $\delta_K \equiv \lambda_{KM}\theta_{LM}\sigma_M + \lambda_{LF}\theta_{LF}\sigma_F\delta_L$ である。そこで、(2.3')は

$$(2.3a) \quad \lambda_{LM}\hat{M} + \lambda_{LF}\hat{F} = \hat{L} + \tau_L + \delta_L(\hat{w} - \hat{r})$$

となる。同様に(2.4)を対数全微分すると、

$$(2.4a) \quad \lambda_{KM}\hat{M} + \lambda_{KF}\hat{F} = \hat{K} + \tau_K - \delta_K(\hat{w} - \hat{r})$$

となる。

次に、(2.5)を対数全微分すると、

$$\frac{w_{LM}}{P_M} (\hat{w}_{LM}) + \frac{r_{KM}}{P_M} (\hat{r}_{KM}) = \frac{w_{LM}}{P_M M} (\hat{w} + \hat{a}_{LM}) + \frac{r_{KM}}{P_M M} (\hat{r} + \hat{a}_{KM}) = \hat{P}_M$$

これを整理すると、

$$(2.5') \quad \theta_{LM}\hat{w} + \theta_{KM}\hat{r} = \hat{P}_M - [\theta_{LM}\hat{a}_{LM} + \theta_{KM}\hat{a}_{KM}]$$

ここで、技術進歩を導入すると、[]内は、 $\{\theta_{LM}\hat{c}_{LM} + \theta_{KM}\hat{c}_{KM}\} - \{\theta_{LM}\hat{b}_{LM} + \theta_{KM}\hat{b}_{KM}\}$ となるが、左の $\{ \}$ 内はEnvelop theoremによりゼロになる。右側の $\{ \}$ 内は(2.9)の定義により τ_M となる。そこで、(2.5')は

$$(2.5a) \quad \theta_{LM}\hat{w} + \theta_{KM}\hat{r} = \tau_M + \hat{P}_M$$

となる。同様に(2.6)を対数全微分すれば、

$$(2.6a) \quad \theta_{LF}\hat{w} + \theta_{KF}\hat{r} = \tau_F + \hat{P}_F$$

が導出される。結局一般化Jonesモデルは(2.3a)～(2.6a)の4本の方程式で構成される。このモデルでは $\tau_L, \tau_K, \tau_M, \tau_F, L, K, P_M, P_F$ は外生変数、 $M, F, L_M, L_F, K_M, K_F, w, r$ の8個が内生変数である。内生変数に見合った方程式は、生産関数2本、「限界価値生産力は、その生産要素の名目報酬率に等しい」という限界生産力命題の式4本、 w と r の決定式で計8本である⁴⁾。

第3節 HOモデルの4大命題とJonesモデル

3.1 一般的な関係式

本節では、第2節で説明した、一般化Jonesモデルを利用して、HOモデルの4大命題の証明を行う。最初に(2.3a)～(2.6a)を解いておこう。まず、(2.3a)と(2.4a)を \hat{M} と \hat{F} について解けば^{5) 6)}、

$$(3.1.1) \quad \hat{M} = \frac{1}{|\lambda|} [\lambda_{KF} \{\hat{L} + \tau_L + \delta_L(\hat{w} - \hat{r})\} - \lambda_{LF} \{\hat{K} + \tau_K - \delta_K(\hat{w} - \hat{r})\}]$$

$$(3.1.2) \quad \hat{F} = \frac{1}{|\lambda|} [-\lambda_{KM} \{\hat{L} + \tau_L + \delta_L(\hat{w} - \hat{r})\} + \lambda_{LM} \{\hat{K} + \tau_K - \delta_K(\hat{w} - \hat{r})\}]$$

となり、 \hat{M} と \hat{F} の差をとれば、

4) Jones (1965) 論文では、生産関数と、限界生産力命題は明示的に示されていない。あえていえば、(2.3)と(2.4)が生産関数の役割を果たしている。生産関数をより一般的に書けば、 $M = g_M(L_M, K_M, t)$ 及び $F = g_F(L_F, K_F, t)$ となる。

$$\frac{\partial g_M}{\partial L_M} = \frac{w}{P_M} \cdot \frac{\partial g_M}{\partial K_M} = \frac{r}{P_M} \cdot \frac{\partial g_F}{\partial L_F} = \frac{W}{P_F} \cdot \frac{\partial g_F}{\partial K_F} = \frac{r}{P_F}$$

の4本の等式が限界生産力命題に他ならない。これらは、(2.5)と(2.6)にインプリシットに含まれている。エクスプリシットな分析は天野 (1964) の1章と15章を参照。

5) 定義により、 $\theta_{LM} + \theta_{KM} \equiv \theta_{LF} + \theta_{KF} \equiv 1$ であることに注意すれば、 $|\theta| \equiv \theta_{LM}\theta_{KF} - \theta_{LF}\theta_{KM} \equiv \theta_{LM}(1 - \theta_{LF}) - \theta_{LF}(1 - \theta_{LM}) \equiv \theta_{LM} - \theta_{LM}\theta_{LF} - \theta_{LF} + \theta_{LF}\theta_{LM} \equiv \theta_{LM} - \theta_{LF} \equiv (1 - \theta_{KM})\theta_{KF} - (1 - \theta_{KF})\theta_{KM} \equiv \theta_{KF} - \theta_{KM}\theta_{KF} - \theta_{KM} + \theta_{KF}\theta_{KM} \equiv \theta_{KF} - \theta_{KM}$

$$\frac{L_M W}{P_M M} \cdot \frac{K_F \Gamma}{P_F F} - \frac{L_F W}{P_F F} \cdot \frac{K_M \Gamma}{P_M M} \equiv \frac{L_M W}{V_M} \cdot \frac{K_F \Gamma}{V_F} - \frac{L_F W}{V_F} \cdot \frac{K_M \Gamma}{V_M} \equiv$$

$$\frac{\omega}{\omega + k_M} \cdot \frac{k_F}{\omega + k_F} - \frac{\omega}{\omega + k_F} \cdot \frac{k_M}{\omega + k_M} \equiv \frac{\omega(k_F - k_M)}{(\omega + k_F)(\omega + k_M)}$$

ここで、 $V_M \equiv L_M W + K_M \Gamma$ 、 $V_F \equiv L_F W + K_F \Gamma$ で、生産関数が1次同次と仮定するので、オイラーの定理により、 $V_M = P_M M$ 、 $V_F = P_F F$ となる。また $\omega \equiv w/r$ で、M産業がF産業より労働集約的なら、 $|\theta| > 0$ 。もし、(i)両産業の要素集約性が等しい、(ii)完全特化が起こる、(iii)両財の生産で片方の生産要素が使われないと、 $|\theta| = 0$ となり、モデルの解が存在しない。また、要素集約性が逆転すると、 $|\theta|$ 符号が要素価格により逆になるので、結論が決まらなくなる。 $|\lambda|$ についても全く同じことがいえる。脚注6を参照。

6) 定義により、 $\lambda_{LM} + \lambda_{LF} \equiv \lambda_{KM} + \lambda_{KF} \equiv 1$ になることに注意すると、 $|\lambda| \equiv \lambda_{LM}\lambda_{KF} - \lambda_{KM}\lambda_{LF} \equiv \lambda_{LM}(1 - \lambda_{KM}) - \lambda_{KM}(1 - \lambda_{LM}) \equiv \lambda_{LM} - \lambda_{LM}\lambda_{KM} - \lambda_{KM} + \lambda_{KM}\lambda_{LM} \equiv \lambda_{LM} - \lambda_{KM} \equiv (1 - \lambda_{LF})\lambda_{KF} - (1 - \lambda_{KF})\lambda_{LF} \equiv \lambda_{KF} - \lambda_{LF}\lambda_{KF} - \lambda_{LF} + \lambda_{KF}\lambda_{LF} \equiv \lambda_{KF} - \lambda_{LF}$

$$\frac{L_M}{L} \cdot \frac{K_F}{L_F} \cdot \frac{L}{L} \cdot \frac{L}{K} - \frac{K_M}{L_M} \cdot \frac{L}{L} \cdot \frac{L}{K} \cdot \frac{L}{L} \equiv \frac{(k_F - k_M)\lambda_{LM}\lambda_{LF}}{k}$$

ここで、 $k_F \equiv K_F/L_F$ 、 $k_M \equiv K_M/L_M$ 、 $k \equiv K/L$ 。従って、 $k_M < k_F$ なら、M産業がF産業より労働集約的になる。そのとき、 $|\lambda| > 0$ となる。

$$(3.1.3) \quad \hat{M} - \hat{F} = \frac{1}{|\lambda|} [(\lambda_{KF} + \lambda_{KM}) \{\hat{L} + \tau_L + \delta_L(\hat{w} - \hat{f})\} - (\lambda_{LF} + \lambda_{LM}) \{\hat{K} + \tau_K - \delta_K(\hat{w} - \hat{f})\}] \\ = \frac{1}{|\lambda|} [(\hat{L} - \hat{K}) + (\tau_L - \tau_K) + (\delta_L + \delta_K)(\hat{w} - \hat{f})]$$

となる。ここで、(2.5a)と(2.6a)を \hat{w} と \hat{f} について解けば、

$$(3.1.4) \quad \hat{w} = \frac{1}{|\theta|} [\theta_{KF}(\tau_M + \hat{P}_M) - \theta_{KM}(\tau_F + \hat{P}_F)]$$

$$(3.1.5) \quad \hat{f} = \frac{1}{|\theta|} [-\theta_{LF}(\tau_M + \hat{P}_M) + \theta_{LM}(\tau_F + \hat{P}_F)]$$

となり、

$$(3.1.6) \quad \hat{w} - \hat{f} = \frac{1}{|\theta|} [(\theta_{KF} + \theta_{LF})(\tau_M + \hat{P}_M) - (\theta_{KM} + \theta_{LM})(\tau_F + \hat{P}_F)] = \frac{1}{|\theta|} [(\hat{P}_M - \hat{P}_F) + (\tau_M - \tau_F)]$$

だから、これを(3.1.3)に代入すれば、

$$(3.1.7) \quad \hat{M} - \hat{F} = \frac{1}{|\lambda|} [(\hat{L} - \hat{K}) + (\tau_L - \tau_K)] + \sigma_S \{(\hat{P}_M - \hat{P}_F) + (\tau_M - \tau_F)\}$$

が得られる。ただし、

$$\sigma_S \equiv \frac{\delta_L + \delta_K}{|\lambda| |\theta|}$$

である。以上は、もっぱら供給サイドの定式化である。ここで、需要サイドも定式化する。ただし、需要パターンが貿易パターンを左右するほど「偏っていない」と仮定する。それは分析をできるだけ簡素にすべし、という一般論の他にHOの伝統を反映するためもある。具体的には両国の消費者選好が同一かつホモセティックであると仮定する。すると、MとFの需要比率は両財の価格比率のみの関数になる。さらに簡単化のために両財に対する需要の代替弾力性 (σ_D) が一定だと仮定すると、

$$(3.1.8) \quad \hat{M} - \hat{F} = -\sigma_D(\hat{P}_M - \hat{P}_F)$$

とあらわせる。ただし、

$$\sigma_D \equiv -\frac{\hat{M} - \hat{F}}{\hat{P}_M - \hat{P}_F}$$

である。ここで重要なのは、上記の需要サイドの仮定から、要素賦存比率を定義する場合、要素の物的存在比率を使っても、要素相対価格を使っても、同じ結論になるという点である。すなわち、 $\hat{L} > \hat{K}$ なら、必ず $\hat{w} < \hat{f}$ になる。

ここで、(3.1.2)と合わせると、

$$(3.1.9) \quad \hat{P}_M - \hat{P}_F = -\frac{|\theta|}{\sigma} [(\hat{L} - \hat{K}) + (\tau_L - \tau_K) + |\lambda| \sigma_S (\tau_M - \tau_F)]$$

が得られる。さらに、この式を(3.1.6)に代入すると、

$$(3.1.10) \quad \hat{w} - \hat{r} = -\frac{1}{\sigma} [(\hat{L} - \hat{K}) + (\tau_L - \tau_K) - |\lambda| \sigma_D (\tau_M - \tau_F)]$$

となる。ここで $\sigma \equiv |\lambda| |\theta| (\sigma_S + \sigma_D)$ である。

3.2 要素価格均等化命題 (Samuelson (1948))

4大命題のうち証明が最も簡単なのが、要素価格均等化命題である。この命題は「両国が両財を生産しているときには、生産要素の実質価格は相対的にも、絶対的にも両国で同一になる」とまとめられる。(2.3a)~(2.6a)は、本来1国モデルであり⁷⁾、 \hat{P}_i 、 \hat{w} 、 \hat{r} は自国における財価格と要素価格の変化率だが、これを両国間の財価格と要素価格の格差と読み直すことが可能である。たとえば、 $\hat{w} > 0$ なら自国の方が外国より賃金率が高いことを意味する。

上記の(3.1.6)から

$$\hat{w} - \hat{r} = \frac{1}{|\theta|} [(\hat{P}_M - \hat{P}_F) + (\tau_M - \tau_F)]$$

である。どちらの国でも、M産業の方がF産業よりも労働集約的だと仮定するので、 $|\theta| > 0$ となる(脚注5参照)。貿易が開始されると、両国間の財価格の格差が消滅するから、 $\hat{P}_M = \hat{P}_F = 0$ となる。

[HOモデルの場合]

HOモデルでは、「技術は両国で同一」と仮定されているから、 λ_{ij} 、 θ_{ij} 、 σ_i は両国共通であり、 $\tau_M = \tau_F = \tau_L = \tau_K = 0$ である。すると、 $\hat{w} = \hat{r}$ となるのは明らかである。さらに、(2.5a)に $\hat{w} = \hat{r}$ を代入すると、 $\theta_{LM}\hat{w} + \theta_{KM}\hat{r} = \theta_{LM}\hat{w} + \theta_{KM}\hat{w} = \theta_{LM}\hat{r} + \theta_{KM}\hat{r} = \hat{w} = \hat{r} = 0$ となる。 w と r は、それぞれ、名目賃金と資本の名目レンタル・プライスであるが、どちらの財価格をニューメレールにとっても、実質賃金と資本の実質レンタル・プライスが両国で同一になるのは明らかだろう。つまり、 $\hat{w} - \hat{P}_M = \hat{w} - \hat{P}_F = \hat{r} - \hat{P}_M = \hat{r} - \hat{P}_F = 0 - 0 = 0$ である。

[新リカードモデルの場合]⁸⁾

新リカードモデルでは、両国で要素賦存比率が同じである。すると貿易があってもなく

7) HOモデルから導かれる4大命題のうち、国際貿易と直接関係があるのは、要素価格均等化命題とHO命題の2つだけである。これら2つは、少なくとも2国ないと意味をなさない。しかし、残りの2つ、すなわちリプチンスキー命題とストルパー・サミュエルソン命題は、1国モデルで、国際貿易とは関係ない。確かに、Rybcznski (1955) と Stolper and Samuelson (1941) の両論文は、国際貿易の文脈で提示された。しかし、貿易があってもなくても、これら2つの命題は成立する。貿易モデルとして扱われるのは、リプチンスキーとストルパー・サミュエルソンが、たまたま貿易に関連した状況を論文のなかで取り上げたからに過ぎない。

でも、 $\hat{w} = \hat{r} = 0$ 及び $\hat{L} = \hat{K}$ となる。貿易が開始されると、 $\hat{P}_M = \hat{P}_F = \hat{w} = \hat{r} = 0$ となり、(3.1.10)を見ると、要素価格均等化の必要十分条件は

$$(3.2.1) \quad (\tau_L - \tau_K) = |\lambda| \sigma_D (\tau_M - \tau_F)$$

となる。従って、新リカードモデルの場合、貿易の有無を問わず要素価格は均等化するのだが、技術進歩に関して、特定の制約がかかると結論できる。

[一般化Jonesモデルの場合]

(3.1.10)より、 $\hat{w} - \hat{r} = 0$ になる必要十分条件は、

$$(3.2.2) \quad (\hat{L} - \hat{K}) + (\tau_L - \tau_K) - |\lambda| \sigma_D (\tau_M - \tau_F) = 0$$

であることがわかる。しかし、ここでもし $\tau_L - \tau_K = \tau_M - \tau_F = 0$ だと、必然的に $\hat{L} = \hat{K}$ になり、奇妙な結果といわざるをえない。

3.3 リプチンスキー命題 (Rybcznski (1955))

この命題は、「財の相対価格一定のもとで、労働（資本）の賦存量だけが增加すると、労働（資本）集約財の生産量はそれ以上に増加し、資本（労働）集約財の生産量は絶対的に減少する」とまとめられる。(3.1.7)を使い、リプチンスキー命題の定義により $\hat{P}_M = \hat{P}_F$ となることに注意すれば、

$$(3.3.1) \quad \hat{M} - \hat{F} = \frac{1}{|\theta|} [(\hat{L} - \hat{K}) + (\tau_L - \tau_K)] + \sigma_S (\tau_M - \tau_F)$$

となる。

[HOモデルの場合]

HOモデルだから、技術進歩関連の項が全て消え、(3.3.1)は

$$\hat{M} - \hat{F} = \frac{1}{|\lambda|} (\hat{L} - \hat{K})$$

となる。本稿では、MがFより労働集約的と仮定するので、 $|\lambda|$ の符号はプラスになる(脚注6参照)。やはり、リプチンスキー命題の定義から、 $\hat{L} > 0$ 、 $\hat{K} = 0$ なので、

$$(3.3.2) \quad \hat{M} - \hat{F} = \frac{\hat{L}}{|\lambda|} > 0$$

となる。さらに、(2.3a)と(2.4a)から明らかなように、 \hat{K} と \hat{L} は共に、 \hat{M} と \hat{F} の加重平均になっている。したがって、 $\hat{M} > \hat{L} > \hat{K} = 0 > \hat{F}$ となる。これを、Jones (1965) は拡大効果 (magnification effect) とよんだ。これで、リプチンスキー命題の証明が終わった。

[新リカードモデルの場合] 及び [一般化Jonesモデルの場合]

このモデルでは、両国間で要素賦存比率に差がないと仮定するが、リプチンスキー命題

8) 以下 [新リカードモデル] と [一般化Jonesモデル] に関しては、HOモデルのような鮮明な結論がでない。詳細は、本稿の第4節を参照。

は1国モデルの話なので、必ずしも $\dot{L} = \dot{K} = 0$ となる必然性はない。ただし、リプチンスキー命題の定義から、 $\dot{L} > 0$ 、 $\dot{K} = 0$ となる。すると新リカードモデルと一般化Jonesモデルに差はなくなる。 $\dot{M} > \dot{F}$ となるためには、

$$(3.3.3) \quad \frac{1}{|\lambda|} [\dot{L} + (\tau_L - \tau_K)] + \sigma_s(\tau_M - \tau_F) > 0$$

が必要十分条件になる。すでに述べたように、 $|\lambda| > 0$ で、定義により $\sigma_s > 0$ だから、 $\tau_L > \tau_K$ かつ $\tau_M > \tau_F$ が十分条件になるが、必要条件はもっと複雑になる。

3.4 ストルパー・サミュエルソン命題 (Stolper and Samuelson (1941))

この命題は「生産要素の賦存量が一定なら、労働（資本）集約財の相対価格が上昇すれば、賃金（資本のレンタル・プライス）はそれ以上に上昇し、レンタル・プライス（賃金）は下落する」とまとめられる。

(3.1.4) と、 $\dot{P}_M > 0$ 、 $\dot{P}_F = 0$ に注意すれば、

$$(3.4.1) \quad \dot{w} = \frac{1}{|\theta|} [\theta_{KF}(\tau_M + \dot{P}_M) - \theta_{KM}\tau_F]$$

$$(3.4.2) \quad \dot{r} = \frac{1}{|\theta|} [-\theta_{LF}(\tau_M + \dot{P}_M) + \theta_{LM}\tau_F]$$

となる。

[HOモデルの場合]

技術格差がないと仮定するから、 $\dot{w} = \theta_{KF}\dot{P}_M/|\theta|$ 及び $\dot{r} = -\theta_{LF}/|\theta|$ が導かれる。Mの方がFより労働集約的なので、 $|\theta| > 0$ となる。従って、 $\dot{w} > 0$ 、 $\dot{r} < 0$ である。これは名目賃金と名目レンタル・プライスについての結果だが、実質値に関しても同じことが言える。すなわち、 \dot{P}_M も \dot{P}_F も \dot{w} と \dot{r} の加重平均だから、 $\dot{w} > \dot{P}_M > \dot{P}_F = 0 > \dot{r}$ となる。これも、上記の magnification effect である。すると、 $\dot{w} - \dot{P}_M > \dot{r} - \dot{P}_M$ 、 $\dot{w} - \dot{P}_F > \dot{r} - \dot{P}_F$ だから、どちらの財価格をニューメレールにとっても、実質レンタル・プライスは下落、実質賃金は上昇することになる。これがストルパー・サミュエルソン命題の証明である。

[新リカードモデルの場合] 及び [一般化Jonesモデルの場合]

このモデルでは、両国で要素比率に差がないと仮定するのだが、ストルパー・サミュエルソン命題は1国モデルなので、必ずしも、 $\dot{w} = \dot{r} = 0$ とはならない。もし $\dot{w} = \dot{r} = 0$ なら命題は始めからナンセンスになってしまう。

(3.4.1) と (3.4.2) の差をとると、

$$(3.4.3) \quad \dot{w} - \dot{r} = \frac{1}{|\theta|} [(\theta_{KF} + \theta_{LF})(\tau_M + \dot{P}_M) - (\theta_{KM} + \theta_{LM})\tau_F] = \frac{1}{|\theta|} [(\tau_M - \tau_F) + \dot{P}_M]$$

が得られる。したがって、 $\tau_M > \tau_F$ が $\dot{w} > \dot{r}$ の十分条件になる。必要条件はもっと複雑にな

る。リプチンスキー命題の場合と同じ理由で、新リカードモデルと一般化Jonesモデルは同じになる。

3.5 ヘクシャー・オリーン命題 (Heckscher (1919), Ohlin (1933))⁹⁾

この命題は「労働（資本）が相対的に豊富な国は、労働（資本）集約財を輸出する」とまとめられる。実はこの命題こそが本稿のテーマに直結している。

$$(3.1.9) \quad \hat{P}_M - \hat{P}_F = -\frac{|\theta|}{\sigma} [(\hat{L} - \hat{K}) + (\tau_L - \tau_K) + |\lambda| \sigma_S (\tau_M - \tau_F)]$$

[HOモデルの場合]

技術に差がないので、

$$(3.5.4) \quad \hat{P}_M - \hat{P}_F = -\frac{(\hat{L} - \hat{K})}{|\lambda| (\sigma_S + \sigma_D)}$$

となる。M財がF財より労働集約的なので、 $|\lambda| > 0$ 。 σ_S と σ_D は定義により両方ともプラス。従って、当該国が労働豊富なら、すなわち $\hat{K} < \hat{L}$ なら $\hat{P}_M < \hat{P}_F$ となり、M財が輸出されるというHO命題通りの結果が得られた。

[新リカードモデルの場合]

$\hat{L} = \hat{K} = 0$ なので、

$$(3.5.5) \quad \hat{P}_M - \hat{P}_F = -\frac{|\theta|}{\sigma} [(\tau_L - \tau_K) + |\lambda| \sigma_S (\tau_M - \tau_F)]$$

となる。 $|\theta| > 0$ 、 $\sigma > 0$ に注意すると、[]内がプラスなら、 $\hat{P}_M < \hat{P}_F$ になり、自国はMを輸出する。もし、 $\tau_L > \tau_K$ なら、経済全体として技術進歩が労働節約的ということであり、 $\tau_M > \tau_F$ なら労働集約的なM産業の技術進歩率の方が高いことを意味するので、Mが輸出されるのは当然だろう。

[一般化Jonesモデルの場合]

(3.1.9)から、 $|\theta| > 0$ 、 $\sigma > 0$ に注意すると、[]内がプラスになれば、HO命題が成立することになる。仮定により $\hat{L} > \hat{K}$ だから、 $\tau_L > \tau_K$ かつ $\tau_M > \tau_F$ がHO命題成立の十分条件である。しかし、HO命題の必要条件は、より複雑になる。レオンティエフ逆説が起きるのは、 $(\hat{L} - \hat{K}) + (\tau_L - \tau_K) + |\lambda| \sigma_S (\tau_M - \tau_F) < 0$ の場合だが、たとえば $\tau_L < \tau_K$ かつ $\tau_M < \tau_F$ で

9) ヘクシャー・オリーンモデルの原典はHeckscher (1919) であるが、原論文はスウェーデン語で書かれていたため、広く知られることがなかった。ヘクシャーの弟子だったオリーンは1933年に、*Interregional and International Trade* (Cambridge: Harvard University Press) という英文の本を出版し、恩師ヘクシャーの業績が広く知られるようになった。ヘクシャーの上記論文は英語に翻訳されて、H. S. Ellis and L. A. Metzler (eds.) *Readings in the Theory of International Trade* (George Allen and Unwin, 1950) に収められている。ところが、オリーンは上記の単行本より少し早くThe Trade Theory という内容の文献を1924年にスウェーデン語で発表している。これを、英語に翻訳したものと上記のヘクシャーの論文の英訳が1冊の単行本となり、*Heckscher-Ohlin Trade Theory* というタイトルで、1991年に刊行された。

も、必ずしも逆説が起こるとは限らない。

第4節 技術進歩の分析

第3節まで読まれた読者は、HOモデルの場合は全ての命題がきれいに証明される（当然だが）のに対し、技術の国際間格差を取り入れると、証明がとたんに複雑になることに気づかれたと思う。そこで本節では技術格差を技術進歩の分析を通して検討したい。

Jonesは $\tau_L - \tau_K$ を「要素格差効果」(differential factor effect)、 $\tau_M - \tau_F$ を「産業格差効果」(differential industry effect)、 $(\tau_L - \tau_K)(\tau_M - \tau_F) \geq 0$ の場合を「調和的」(regular)と呼んでいる。

$\tau_L - \tau_K > 0$ とは、技術進歩が経済全体として労働節約的であることを意味する。 $\tau_M - \tau_F > 0$ とは労働集約的なM産業の方が、資本集約的なF産業より技術進歩率が高いことを意味する。この場合要素格差効果と産業格差効果の両方が P_M/P_F を引き下げる。ところが、 w/r に関しては、これら2つの効果が逆の方向に働く。 $\tau_L - \tau_K > 0$ は w/r を下げるが、 $\tau_M - \tau_F > 0$ は w/r を上げる。しかし、結果的に w/r が上がるか下がるかは σ_D の値に依存する。具体的には、

$$(4.1) \quad (\hat{w} - \hat{r}) > 0 \quad \text{if and only if} \quad \sigma_D > \frac{\tau_L - \tau_K}{|\lambda| (\tau_M - \tau_F)}$$

となる。 $\tau_L - \tau_K$ と $\tau_M - \tau_F$ が両方ともマイナスでも、結論が変わらないことは、明瞭だろう。つまり技術進歩が「調和的」なら(4.1)は成り立つ。

一方、調和的でないケースの場合、要素格差効果と産業格差効果の両方が w/r を下げる効果をもつ。しかし、今度は P_M/P_F に関して2つの効果が逆に作用する。その場合が P_M/P_F 下がるか上がるかは σ_S に依存する。すなわち、

$$(4.2) \quad (\hat{P}_M - \hat{P}_F) > 0 \quad \text{if and only if} \quad \sigma_S > - \frac{\tau_L - \tau_K}{|\lambda| (\tau_M - \tau_F)}$$

となる。さらに、「要素格差効果」と「産業格差効果」は独立ではない。技術進歩が各産業でHicks中立なら、つまり、 $\hat{b}_{ij} = \hat{b}_{Kj}$ ($j = M, F$) なら、

$$(4.3) \quad (\tau_L - \tau_K) = |\lambda| (\tau_M - \tau_F)$$

という関係が導ける。この場合技術進歩は「調和的」になる。これと対照的に、 $\hat{b}_{iM} = \hat{b}_{iF}$ ($i = L, K$) なら、

$$(4.4) \quad (\tau_M - \tau_F) = |\theta| (\tau_L - \tau_K)$$

という関係が導ける。この場合にも技術進歩は「調和的」である。以上は技術進歩が(Hicks (1963)の意味で)「中立的」な場合の特殊な「要素格差効果」と「産業格差効果」の関係だったが、技術進歩が単に「調和的」な、より一般的な場合には、

$$(4.5) \quad (\tau_L - \tau_K) = Q_M \beta_M + Q_F \beta_F + |\lambda| (\tau_M - \tau_F)$$

$$(4.6) \quad (\tau_M - \tau_F) = Q_L \beta_L + Q_K \beta_K + |\theta| (\tau_L - \tau_K)$$

という2つの関係が導ける。ここで、 $Q_M = \theta_{LM} \lambda_{KM} + \theta_{KM} \lambda_{LM}$ 、 $Q_F = \theta_{LF} \lambda_{KF} + \theta_{KF} \lambda_{LF}$ 、 $Q_L = \lambda_{LF} \theta_{LM} + \lambda_{LM} \theta_{LF}$ 、 $Q_K = \lambda_{KF} \theta_{KM} + \lambda_{KM} \theta_{KF}$ で、定義により、 $Q_L + Q_K = Q_M + Q_F$ となる。一方 $\beta_j = \hat{b}_{Lj} - \hat{b}_{Kj}$ 、($j = M, F$)、 $\beta_i = \hat{b}_{iM} - \hat{b}_{iF}$ 、($i = L, K$)である。定義により、 $\theta_M \tau_M + \theta_F \tau_F = \theta_L \tau_L + \theta_K \tau_K$ となる。

第5節 結論

本稿では(1) HOモデルの4大命題の代数的証明を明確かつ簡潔に示せた。(2) Jonesモデルの詳しい解説をやったので、これから国際貿易論に本格的に取り組みたいという人々、特に学部上級ないし大学院初級の諸君に有用なガイドになると思われる。(3) 貿易パートナー間で要素賦存比率と技術の双方が異なるという「一般化Jonesモデル」を提示し、技術は同一だが、要素賦存比率は異なるというHOモデルと、逆に技術が異なるが要素賦存比率は同じという「新リカードモデル」を特殊ケースとしてあつかった。その結果国際間技術格差が国際貿易に与える影響がある程度明確になった。

しかし、技術格差の分析はまだ不十分なので、今後の課題としたい。技術格差の問題は技術進歩の分析によって明らかになる。この分野に関しては、古くから膨大な研究が蓄積されているので、それらを参考に分析を進めたい。また最近ではいわゆる「内生的成長理論」¹⁰⁾が注目を集めており、最終的には技術進歩の内生化を取り入れたい。

参考文献

- 天野明弘 (1964) 『貿易と成長の理論』有斐閣
 浜口 登 (2001) 「技術進歩とレオンティエフ逆説 (part 1) : 予備的考察」『早稲田社会科学総合研究』2巻、1号、8月、pp. 39-50.
 Aghion, P. and Howitt, P. (1998) *Endogenous Growth Theory*, Cambridge: MIT Press.
 Amano, A. (1963) *Neo-classical Models of International Trade and Economic Growth*, Ph. D. Dissertation submitted to the University of Rochester, June.
 Batra, R. N. (1973) *Studies in the Pure Theory of International Trade*, London: Macmillan.
 Heckscher, E. (1919) "The Effects of Foreign Trade on the Distribution of Income," *Ekonomisk Tidskrift*, Vol. 21, translated and reprinted in *Readings in the Theory of International Trade*, eds. by H. S. Ellis and L. A. Metzler, Philadelphia: Blakiston, 1949, pp. 272-300.
 Heckscher, E. and Ohlin, B. (1991) *Heckscher—Ohlin Trade Theory*, Cambridge: MIT Press.
 Hicks, J. R. (1963) *The Theory of Wages*, 2nd ed., London: Macmillan.
 Hirsch, S. (1974) "Capital or Technology? Confronting the Neo-Factor Proportions and Neo-Technology Accounts of International Trade," *Weltwirtschaftliches Archiv*, Band 110, Heft 1, pp. 535-63.
 Hufbauer, G. C. (1970) "The Impact of National Characteristics & Technology on the Commodity Composition of Trade in Manufactured Goods," in Vernon (1970), pp. 145-231.
 Johnson, H. G. (1963) "Effects of Changes in Comparative Costs as Influenced by Technical Change," in *International Trade Theory in a Developing World*, eds. by R. Harrod and D. Hague, London:

10) たとえば、Aghion and Howitt (1998) を参照。

- Macmillan, pp. 96-112.
- Johnson, H. G. (1968) *Comparative Cost and Commercial Policy Theory for a Developing World Economy*, Wicksell Lectures.
- Johnson, H. G. (1970) "The State of Theory in Relation to the Empirical Analysis," in Vernon (1970), pp. 9-21.
- Jones, R. W. (1965) "The Structure of Simple General Equilibrium Models," *Journal of Political Economy*, Vol. 73, No. 4, December, pp. 557-72.
- Jones, R. W. (1970) "The Role of Technical Change in the Theory of International Trade," in Vernon (1970), pp. 73-92.
- Ohlin, B. (1933) *Interregional and International Trade*, Cambridge: Harvard University Press.
- Rybcznski, T. M. (1955) "Factor Endowments and Relative Commodity Prices," *Economica*, Vol. 22, No. 88, November, pp. 336-41.
- Samuelson, P. A. (1948) "International Trade and the Equalization of Factor Prices," *Economic Journal*, Vol. 58, No. 230, June, pp. 163-84.
- Stolper, W. F. and Samuelson, P. A. (1941) "Protection and Real Wages," *Review of Economic Studies*, Vol. 9, No. 4, November, pp. 58-73.
- Vernon, R. (ed.) (1970) *The Technology Factor in International Trade*, New York: Columbia University Press for National Bureau of Economic Research.