



外部性を導入した動学的ヘクシャー・オリーンモデルに関する図を用いた考察

岩佐, 和道

(Citation)

国民経済雑誌, 212(6):65-76

(Issue Date)

2015-12

(Resource Type)

departmental bulletin paper

(Version)

Version of Record

(JaLCD0I)

<https://doi.org/10.24546/E0040687>

(URL)

<https://hdl.handle.net/20.500.14094/E0040687>



外部性を導入した動学的
ヘクシャー・オリーンモデルに関する
図を用いた考察

岩 佐 和 道

国民経済雑誌 第212巻 第6号 抜刷

平成27年12月

外部性を導入した動学的 ヘクシャー・オリーソンモデルに関する 図を用いた考察

岩 佐 和 道

Bond et al. (2012) では、資本蓄積を考慮した動学的なヘクシャー・オリーソンモデルにおける定常均衡の性質について、リブチンスキー線、および所得消費曲線といった図を用いることにより、非常に簡明に示している。本稿では、最初に Bond et al. (2012) について、正常財を仮定した場合に焦点をあてて紹介する。次に Iwasa and Nishimura (2014) にしたがって、生産に外部性が存在する場合へとモデルの拡張を行う。そして外部性が存在する場合においても、それらの図を用いた分析が可能であることを示す。

キーワード 動学的ヘクシャー・オリーソンモデル、リブチンスキー線、
所得消費曲線、外部性

1 は じ め に

資本蓄積を考慮した動学的なヘクシャー・オリーソンモデルにおいては、相似拡大的で異時点間の代替の弾力性が一定の効用関数が通常仮定されてきた。これらの仮定によりモデルの分析は非常に容易になる一方で、これらの仮定は実証的には支持されていない。

我々のこれまでの研究 (Bond et al. (2011), (2013) 等) より、仮に効用関数がそのような性質を満たしていない場合でも、労働集約財が正常財である限り、モデル分析により得られる結果は本質的に異ならないことが明らかにされている。¹⁾

その結果とは、(i) 自由貿易下における定常均衡は連続的に多数存在する。また各均衡は鞍点安定であり、どの均衡に経済が収束するかは各国の初期資本賦存量に依存して決まる。(ii) 定常均衡において資本豊富国が資本集約財を輸出する (ヘクシャー・オリーソン定理)。(iii) 初期に資本豊富な国は、定常均衡に至る経路上において、常に資本豊富であり、かつ資本集約財を輸出している (動学的ヘクシャー・オリーソン定理)。

しかし労働集約財が劣等財となる場合には、閉鎖経済において複数均衡が発生し、その結

果生じる多様な自由貿易均衡においては、ヘクシャー・オリーン定理が成立しない可能性がある。

Bond et al. (2012) では、リプチンスキー線、および所得消費曲線といった静学的な分析で用いられるグラフを援用することで、これらの結果を非常に簡明に示している。

本稿では、第 2 節と第 3 節で Bond et al. (2012) について、正常財を仮定した場合に焦点をあてて紹介する。次に第 4 節では、Iwasa and Nishimura (2014) にしたがって、生産に外部性が存在する場合へとモデルの拡張を行う。そして外部性が存在する場合においても、それらのグラフを用いた分析が可能であることを示し、最後に得られた結果について考察を行う。

2 Bond et al. (2012) のモデル

まず 2 国・2 財・2 要素の動学的ヘクシャー・オリーンモデルの基本的な設定を行う。各国は収穫一定な生産技術を持ち、固定要素である労働と蓄積可能な要素である資本を用いて、完全競争下で生産を行う。生産要素は国内の生産部門間では自由に移動できるが、国際的な移動は不可能であるとし、また国際的な資産取引は存在しないと仮定する。2 つの財は消費財と消費可能な資本財とし、前者を財 1、後者を財 2 と呼ぶ。各国の家計は両財の消費 (C_1 , C_2) から効用を得る。ここで両国の家計数はともに 1 とし、各家計は L だけの労働を非弾力的に供給するものとする。以下では、自国について議論を行い、外国についてはその変数に“*”を付して表すことにする。

2.1 生産

生産について以下のように仮定する。

仮定 1: 各部門の生産関数は準凹な一次同次関数とし、生産には両要素が不可欠であるものとする。また財 1 を労働集約的とする。

以下では、各国の生産が不完全特化である場合について議論を行う。

賃金率を w 、資本のレンタル率を r 、部門 i ($i=1, 2$) の単位費用関数を $a_i(w, r)$ とすると、両財が生産されているもとでは

$$a_1(w, r) = p, \quad (1)$$

$$a_2(w, r) = 1 \quad (2)$$

が成立している。ここで財 2 をニュメレールとしている。 $w(p)$ と $r(p)$ をこの解とすると、以下の関係が成立する (ストルパー・サミュエルソン定理)。

$$\frac{pw'(p)}{w(p)} = \frac{a_{2r}}{\Delta} \cdot \left(a_{1w} + \frac{r}{w} a_{1r} \right) > 1,$$

$$r'(p) = -\frac{a_{2w}}{\Delta} < 0.$$

ここで a_{iw} と a_{ir} は部門 i の労働・資本投入係数である。また仮定 1 より

$$\Delta \equiv a_{1w}a_{2r} - a_{2w}a_{1r} > 0.$$

生産要素市場の均衡条件より以下が成り立つ。

$$L = a_{1w}Y_1 + a_{2w}Y_2, \quad (3)$$

$$K = a_{1r}Y_1 + a_{2r}Y_2. \quad (4)$$

ここで K は資本量, Y_i は財 i の生産量である。上式より生産量は

$$Y_1(p, K) = \frac{a_{2r}L - a_{2w}K}{\Delta} \quad (5)$$

$$= w'(p)L + r'(p)K, \quad (6)$$

$$Y_2(p, K) = \frac{-a_{1r}L + a_{1w}K}{\Delta} \quad (7)$$

$$= w(p)L + r(p)K - p[w'(p)L + r'(p)K] \quad (8)$$

となり, また以下の関係が成立する (リプチンスキー定理)。

$$\frac{\partial Y_1}{\partial K} = r' < 0,$$

$$\frac{\partial Y_2}{\partial K} \cdot \frac{K}{Y_2} = \frac{(r - pr')K}{(w - pw')L + (r - pr')K} > 1.$$

ここで (1), (2), (3), および (4) より

$$w(p)L + r(p)K = pY_1 + Y_2 \quad (9)$$

が成立するため, (3) と (4) の代わりに, (3) と (9) を用いて, 各財の生産量 (Y_1 , Y_2) を求めることができる。

2.2 消費

家計の効用関数について次のように仮定する。

仮定 2: 効用関数 u は強い凹関数で, かつ $u_{11} < 0$ と $D \equiv u_{11}u_{22} - u_{12}u_{21} > 0$ を, 全ての $(C_1, C_2) \in \{(C_1, C_2) \in \mathbb{R}_+^2 \mid u_i(C_1, C_2) > 0, i=1, 2\}$ に対して満たす。また $\lim_{C_i \rightarrow 0} u_i(C_1, C_2) = \infty (i=1, 2)$ を満たす。

代表的家計は効用の割引現在価値の総和を予算制約 (10) のもとで最大化する。

$$\begin{aligned} & \max \int_0^{\infty} u(C_1, C_2) \exp(-\rho t) dt, \\ & \text{sub. to } wL + rK = pC_1 + C_2 + \dot{K} + \delta K, \quad K_0 \text{ given.} \end{aligned} \quad (10)$$

ここで δ は資本減耗率, ρ は主観的割引率である。

最適化のための必要条件は, 資本のシャドー・バリューを λ として, 以下のように与えられる。

$$u_1(C_1, C_2) = \lambda p, \quad u_2(C_1, C_2) = \lambda, \quad (11)$$

$$\dot{\lambda} = \lambda(\rho + \delta - r). \quad (12)$$

3 閉鎖経済, および自由貿易下の定常均衡

定常状態における財価格を $\tilde{p}$ とすると, 次の仮定のもとで $\tilde{p}$ は一意に存在する。

$$\text{仮定 3: } \inf \{r | a_2(w, r) = 1\} < \rho + \delta < \sup \{r | a_2(w, r) = 1\}.$$

ここで $\dot{\lambda} = 0$ より, $\tilde{p}$ は $r(\tilde{p}) = \rho + \delta$ を満たす価格である。

3.1 閉鎖経済における定常均衡

閉鎖経済においては $Z_1 = C_1 - Y_1 = 0$, および $Z_2 = C_2 + \dot{K} + \delta K - Y_2 = 0$ が成立するので, 定常均衡においては必ず両財の生産が行われている。

閉鎖経済定常均衡における市場均衡条件は,

$$Y_1 = w'(\tilde{p})L + r'(\tilde{p})K = C_1 \text{ and } Y_2 = C_2 + \delta K. \quad (13)$$

(13) を労働市場の均衡条件 (3) に代入して整理すると, 以下の関係式が得られる。

$$\left[\frac{\tilde{a}_{1w}}{\tilde{a}_{2w}} + \frac{\delta}{r'(\tilde{p})} \right] C_1 + C_2 = \left[\frac{1}{\tilde{a}_{2w}} + \frac{\delta w'(\tilde{p})}{r'(\tilde{p})} \right] L, \quad \text{for } C_1 \geq 0 \text{ and } C_2 \geq -\delta k_1(\tilde{p})L. \quad (14)$$

ここで $\tilde{a}_{iw} \equiv a_{iw}(w(\tilde{p}), r(\tilde{p}))$, $k_i(\tilde{p}) \equiv a_{ir}(w(\tilde{p}), r(\tilde{p}))/a_{iw}(w(\tilde{p}), r(\tilde{p}))$ ($i=1, 2$) である。以下では, この関係式を定常状態リプチンスキー線と呼ぶ。この関係式を図示すると, 図 1 のような右下がりの直線となる。これは定常状態における資本量が増加したときに, 両財の消費可能な生産量を表しており, 以下の補題 1 が成り立つ。

補題 1 定常状態の資本量を K とする。そのときその定常状態における財の生産量 ($Y_1(K)$, $Y_2(K)$) は, 定常状態リプチンスキー線,

$$\left[\tilde{p} - \frac{\rho}{r'(\tilde{p})} \right] C_1 + C_2 = [w(\tilde{p}) + \rho k_2(\tilde{p})]L, \quad (15)$$

の交点は、閉鎖経済下での定常均衡に対応しており、労働集約財が正常財である限り、その均衡は一意に存在する。

3.2 財1の超過需要関数

財1の超過需要関数を次のように定義する。

$$Z_1(K) \equiv C_1(K) - Y_1(K) \text{ for } K \in [k_1(\tilde{p})L, k_2(\tilde{p})L].$$

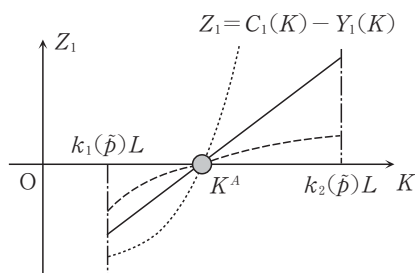
図1から明らかなように、財が正常財の場合には Z_1 は K の単調増加関数となり、関数の形状は所得消費曲線の形状を反映して決まる。具体的には、相似拡大的選好の場合には Z_1 は一次関数となり（図2の直線）、財1が必需品の場合には Z_1 は凹関数、奢侈品の場合には凸関数となる（前者は図2の破線、後者は点線）。

そして均衡の安定性については、次の補題が成立する。³⁾

補題2 財が正常財である場合、閉鎖経済均衡は鞍点安定である。

補題の直観的な説明は次のとおりである。仮に閉鎖経済定常均衡における資本量を超える資本が存在したとすると、価格が一定の場合には Z_1 の形状より労働集約的な財1の超過需要が発生する。それゆえ財1の価格が上昇し、レンタル率が下落することになる。反対に資本量が閉鎖経済定常均衡の水準より少ない場合には、レンタル率が上昇する。このような性質より、この均衡は鞍点安定であると考えられる。同様の結果が財1が資本集約的である場合にも成立する。

図2 超過需要関数



3.3 外国および世界の市場均衡

静学的なヘクシャー・オリーンモデルと同様に、両国の選好と技術を同一とし、以下の仮定を置く。

仮定 4：自国と外国の選好および生産技術は同一とし、また $\rho = \rho^*$ かつ $\delta = \delta^*$ とする。

これらの仮定より閉鎖経済における定常状態での均衡価格は両国で同一となる。また自由貿易下での定常状態においても、均衡価格は $\tilde{p}$ となり、外国の超過需要関数 Z_1^* は Z_1 と等しい。

そして自由貿易下での定常均衡においては、世界全体の超過需要が 0 となることから、以下の関係式を満たす (K, K^*) が、定常均衡における自国と外国の資本量の組み合わせとなる。

$$Z_1(K) + Z_1(K^*) = 0 \text{ with } K \in [k_1(\tilde{p})L, k_2(\tilde{p})L] \text{ and } K^* \in [k_1(\tilde{p})L, k_2(\tilde{p})L].$$

よって自由貿易下においては、定常均衡は連続的に多数存在することが明らかである。ここで (K^T, K^{T*}) を上式を満たす自由貿易均衡の一つとすると、その均衡における λ と λ^* の値は次のように求まる。

$$\lambda^T = u_2(C_1(K^T), C_2(K^T)) \text{ and } \lambda^{T*} = u_2(C_1(K^{T*}), C_2(K^{T*})).$$

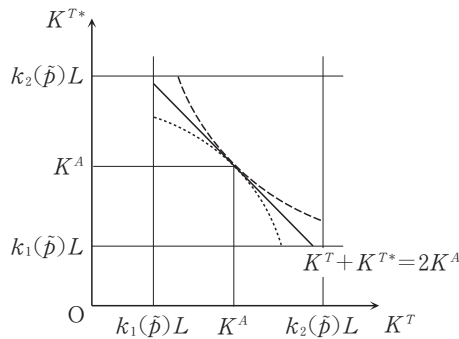
以上から、自由貿易均衡における自国と外国の資本量の組み合わせを図示すると、図 3 のようになる。図 2 と同様に、実線は家計の選好が相似拡大的である場合、破線は財 1 が必需品の場合、点線は財 1 が奢侈品の場合にそれぞれ対応している。⁴⁾

自由貿易均衡の安定性は、閉鎖経済均衡と同様に次のように求められる。

補題 3 財が正常財である場合、全ての自由貿易均衡は鞍点安定である。

次に貿易パターンについて考察する。図 2 から明らかなように、自由貿易均衡においては労働集約的な財 1 の超過需要は、資本が豊富な国において正となる。よって全ての自由貿易均衡において、資本が豊富な国は資本集約財を輸出している。また初期時点において資本が豊富な国は、定常均衡に至る経路上でも常に資本豊富であることが示され、貿易パターンに

図 3 自由貿易均衡



関して以下の命題が成立する⁵⁾。

命題 2 両財が正常財であるとき、初期時点において資本が豊富な国は定常均衡に至る経路上、常に資本豊富国であり、かつ資本集約財を輸出している。

4 外部性が存在する場合

この節では Iwasa and Nishimura (2014) にしたがって、各部門 $i(i=1, 2)$ の生産に外部性を導入した場合についても、外部性が無い場合と同様の分析が行えることを示す⁶⁾。

4.1 生産の外部性

次のような各部門内の要素投入量に応じた外部性を仮定する。ここで、この生産関数は外部性を含めると、労働と資本に対して収穫一定となっている。

仮定 5 : $F_i(L_i, K_i) = L_i^{\beta_{li}} K_i^{\beta_{ki}} \bar{L}_i^{b_{li}} \bar{K}_i^{b_{ki}}$, where β_{li} and $\beta_{ki} > 0$, b_{li} and $b_{ki} \geq 0$, and $\beta_{li} + \beta_{ki} + b_{li} + b_{ki} = 1$.

ここで $\bar{L}_i^{\beta_{li}} \bar{K}_i^{b_{ki}}$ の項が外部性を表しており、 $\bar{L}_i$, $\bar{K}_i$ はそれぞれ部門 i の各企業に投入されている労働と資本の平均値を表している。

このとき均衡では、 $\bar{L}_i = L_i$ と $\bar{K}_i = K_i$ より、賃金率とレンタル率はそれぞれ以下のようになる。

$$w = p\beta_{l1}L_1^{-\hat{\beta}_{k1}}K_1^{\hat{\beta}_{l1}}, \quad r = p\beta_{k1}L_1^{\hat{\beta}_{l1}}K_1^{-\hat{\beta}_{k1}},$$

$$w = \beta_{l2}L_2^{-\hat{\beta}_{k2}}K_2^{\hat{\beta}_{l2}}, \quad r = \beta_{k2}L_2^{\hat{\beta}_{l2}}K_2^{-\hat{\beta}_{k2}}.$$

ここで $\hat{\beta}_{li} \equiv \beta_{li} + b_{li}$, および $\hat{\beta}_{ki} \equiv \beta_{ki} + b_{ki}$ ($i=1, 2$) である。このとき単位費用関数は以下のようになる。

$$a_i(w, r) = w \left(\frac{\beta_{li}r}{\beta_{ki}w} \right)^{\hat{\beta}_{ki}} + r \left(\frac{\beta_{ki}w}{\beta_{li}r} \right)^{\hat{\beta}_{li}}.$$

ここで

$$W_i = \frac{\hat{\beta}_{li}}{\beta_{li}} w, \quad R_i = \frac{\hat{\beta}_{ki}}{\beta_{ki}} r,$$

および

$$\hat{a}_i(W_i, R_i) = W_i \left(\frac{\beta_{li}r}{\beta_{ki}w} \right)^{\hat{\beta}_{ki}} + R_i \left(\frac{\beta_{ki}w}{\beta_{li}r} \right)^{\hat{\beta}_{li}}$$

$$= \left(\frac{W_i}{\hat{\beta}_{li}} \right)^{\hat{\beta}_{li}} \left(\frac{R_i}{\hat{\beta}_{ki}} \right)^{\hat{\beta}_{ki}}$$

とおくと、両財が生産されているときには、次の“仮想的な”平均費用＝価格の条件が両部門で成立している。

$$p = \hat{a}_1(W_1, R_1),$$

$$1 = \hat{a}_2(W_2, R_2).$$

そして $\Delta^s \equiv \hat{\beta}_{l1} - \hat{\beta}_{l2} \neq 0$ が成立する限り、上式の連立方程式は一意の解、 $(w(p), r(p))$ 、をどんな正の p に対しても持つ。そして賃金率、レンタル率と財 1 の価格には、次の関係が成立する。

$$\frac{pw'(p)}{w(p)} = \frac{\hat{\beta}_{k2}}{\Delta^s} \text{ and } \frac{pr'(p)}{r(p)} = -\frac{\hat{\beta}_{l2}}{\Delta^s}.$$

また次の式が成立する。

$$a_1(w(p), r(p)) = p(\beta_{l1} + \beta_{k1}) \text{ and } a_2(w(p), r(p)) = \beta_{l2} + \beta_{k2}. \quad (18)$$

次に要素市場の均衡条件は

$$L = \hat{a}_{1w}Y_1 + \hat{a}_{2w}Y_2, \quad (19)$$

$$K = \hat{a}_{1R}Y_1 + \hat{a}_{2R}Y_2 \quad (20)$$

となる。そしてコブ・ダグラス関数のもとでは、

$$\frac{W_i \hat{a}_{iw}(W_i, R_i)}{\hat{a}_i(W_i, R_i)} = \hat{\beta}_{li} \text{ and } \frac{R_i \hat{a}_{iR}(W_i, R_i)}{\hat{a}_i(W_i, R_i)} = \hat{\beta}_{ki}, \quad i=1, 2,$$

が成立するため、(19)と(20)より両財の生産量は以下のように求められる。

$$Y_1(p, K) \equiv \frac{\beta_{k2}w(p)L - \beta_{l2}r(p)K}{p\Delta^p}, \quad (21)$$

$$Y_2(p, K) \equiv \frac{\beta_{l1}r(p)K - \beta_{k1}w(p)L}{\Delta^p}. \quad (22)$$

ここで $\Delta^p \equiv \beta_{l1}\beta_{k2} - \beta_{l2}\beta_{k1}$ ⁷⁾。よって GDP 関数 G は

$$G(p, K) \equiv \frac{(\beta_{k2} - \beta_{k1})w(p)L - (\beta_{l2} - \beta_{l1})r(p)K}{\Delta^p}$$

となる。

また(19)と(20)から

$$\begin{aligned} wL + rK &= (w\hat{a}_{1w} + r\hat{a}_{1R})Y_1 + (w\hat{a}_{2w} + r\hat{a}_{2R})Y_2 \\ &= a_1Y_1 + a_2Y_2 \end{aligned} \quad (23)$$

が得られる。よって (Y_1, Y_2) は、(19)と(23)から導出することも可能である。またこの式から次式が導出されるが、これは総生産額が家計の所得額に等しいことを意味している。

$$pY_1 + Y_2 = wL + rK + (\hat{a}_1 - a_1)Y_1 + (\hat{a}_2 - a_2)Y_2. \quad (24)$$

ここで $(\hat{a}_i - a_i)$ は、一単位生産するごとに生じる部門 i の利潤を表している。

4.2 定常均衡の決定

家計については、これまでと同様の仮定を置く。ただし家計の所得には、賃金所得と資本所得に加えて、各部門からの利潤も含まれるものとする（式(24)を参照）。

定常状態では、前節までと同様に $r(\tilde{p}) = \rho + \delta$ が成立するため、定常均衡における財価格 $\tilde{p}$ は一意に決定される。

まず閉鎖経済における定常均衡を考える。このとき各財の市場均衡条件は

$$Y_1 = \frac{\beta_{k2} w(\tilde{p}) L - \beta_{l2} r(\tilde{p}) K}{\tilde{p} \Delta^p} = C_1 \text{ and } Y_2 = C_2 + \delta K \quad (25)$$

となる。(25)を労働市場の均衡条件(19)に代入して整理すると次式が得られる。

$$\frac{\beta_{l1} r(\tilde{p}) - \zeta \Delta^p}{\beta_{l2} r(\tilde{p})} \tilde{p} C_1 + C_2 = \frac{\rho + \delta(1 - \beta_{k2})}{\beta_{l2} r(\tilde{p})} w(\tilde{p}) L$$

$$\text{for } C_1 \geq 0 \text{ and } C_2 \geq -\delta k_1(\tilde{p}) L. \quad (26)$$

上式が外部性がある場合の定常状態リブチンスキー線となる。これは外部性が無い場合と同様、図1のような右下がりの直線となる。そして次の補題が成立する。

補題4 定常状態の資本量を K とする。そのときその定常状態における財の生産量 ($Y_1(K)$, $Y_2(K)$) は、定常状態リブチンスキー線、

$$\frac{\beta_{l1} r(\tilde{p}) - \delta \Delta^p}{\beta_{l2} r(\tilde{p})} \tilde{p} C_1 + C_2 = \frac{\rho + \delta(1 - \beta_{k2})}{\beta_{l2} r(\tilde{p})} w(\tilde{p}) L, \quad (27)$$

と定常状態資源制約、

$$\frac{\beta_{l1} + \beta_{k1}}{\beta_{l2} + \beta_{k2}} \tilde{p} C_1 + C_2 = \frac{\tilde{w} L + [\rho + (b_{l2} + b_{k2}) \delta] K}{\beta_{l2} + \beta_{k2}}, \quad (28)$$

の交点、 (C_1, C_2) 、に対して、 $(Y_1(K), Y_2(K)) = (C_1, C_2 + \delta K)$ で与えられる。ここで

$$\frac{\beta_{l1} \tilde{r} - \delta \Delta^p}{\beta_{l2} \tilde{r}} \geq \frac{\beta_{l1} + \beta_{k1}}{\beta_{l2} + \beta_{k2}}, \text{ if } \Delta^p \geq 0$$

が成立する。

Proof. (18)と(25)を(23)に代入し整理すると、(28)が得られる。■

定常状態資源制約は、このときも資本 K を有し、投資 δK を行う家計の予算制約を表しており、前節と同様に、 $\tilde{p}$ のもとでの所得消費曲線と定常状態リブチンスキー線との交点が、閉鎖経済均衡に対応する。ここでの大きな違いは、家計の予算制約線の傾きが $\tilde{p}$ ではないことである。これは家計が消費パターンを変更した際には、財の生産パターンが変化するため、各部門から得られる利潤も変化することで、家計の所得に影響を与えるからである。

閉鎖経済定常均衡の存在についてまとめると次の命題となる。

命題3 定常状態の財価格 $\bar{p}$ に対する、所得消費曲線と定常状態リブチンスキー線の交点は、閉鎖経済下での定常均衡に対応しており、両財が正常財である限り、その均衡は一意に存在する。

次に自由貿易均衡については、前節と同様に超過需要関数を求めることで、自由貿易均衡が連続的に多数存在することが、容易に確認することができる。

5 ま と め

動学的ヘクシャー・オリーンモデルの定常均衡については、所得消費曲線およびリブチンスキー線といったグラフを用いることで、容易にその性質を調べることができる。

外部性を導入した場合にも同様の方法を用いて、閉鎖経済均衡と自由貿易均衡の存在を確認することが可能である。ただしその安定性については、外部性が存在する場合、図から判別することはできない。

注

- 1) 唯一の違いは、相似拡大的選好の場合には、どの均衡においても世界全体の資本量が同じであるのに対して、非相似拡大的選好の場合には、均衡によりその値が異なり得るということである。
- 2) 仮に資本集約財が劣等財になったとしても、閉鎖経済均衡は一意である。詳細は Bond et al. (2012) を参照。
- 3) 補題2と3の証明は Bond et al. (2011) を参照。
- 4) ここで K^T および K^{T*} は、 $K^T, K^{T*} \geq k_1(\bar{p})L$, および $K^T, K^{T*} \leq k_2(\bar{p})L$ を満たす必要があるが、図3の (K^T, K^{T*}) がどちらの制約により制限されるかは、 $Z_1(k_1(\bar{p})L) + Z_1(k_2(\bar{p})L)$ の正負により決まる。
- 5) 証明は Bond et al. (2012) を参照。
- 6) ただし安定性については、外部性がある場合にはグラフからは判別できない。
- 7) Nishimura and Shimomura (2002) にしたがって、 $\Delta^s > 0$ ($\Delta^p > 0$) のとき、財1を社会的に（私的に）労働集約的であると呼ぶことにする。両者は外部性が無い場合には一致する ($\Delta^s = \Delta^p = \beta_{11} - \beta_{12}$)。

参 考 文 献

- Bond, E., Iwasa, K., & Nishimura, K. "A dynamic two country Heckscher–Ohlin model with non-homothetic preferences." *Economic Theory*, vol. 48, 2011; pp171–204.
- Bond, E., Iwasa, K., & Nishimura, K. "The dynamic Heckscher–Ohlin model: A diagrammatic analysis." *International Journal of Economic Theory*, vol. 8, 2012; pp197–211.

- Bond, E., Iwasa, K., & Nishimura, K. "Poverty traps and inferior goods in a dynamic Heckscher–Ohlin model." *Macroeconomic Dynamics*, vol. 17, 2013; pp1227–1251.
- Iwasa, K., & Nishimura, K. "Dynamic two-country Heckscher–Ohlin model with externality." *International Journal of Economic Theory*, vol. 10, 2014; pp53–74.
- Nishimura, K., & Shimomura, K. "Trade and indeterminacy in a dynamic general equilibrium model." *Journal of Economic Theory*, vol. 105, 2002; pp244–259.