資本・技能労働補完性，要素集約度，および，相対要素価格

――3要素・2財モデルによる分析――

伴　ひかり

1 はじめに

3要素・2財の小国モデルを用いて，生産要素供給量や財価格の変化が要素価格や生産量へ及ぼす影響を分析した研究として，Batra and Casas (1976)，Ruffin (1981)，Thompson and Clark (1983) 等がある。Batra and Casas (1976) は精緻な計算によって，相対的に集約的な生産要素に関しては，ストルパー・サミュエルソン定理やリプチンスキー定理が成立することを証明している。その後，Ruffin (1981) では，生産要素供給の増加が生産要素価格に及ぼす影響は代替の弾力性の大きさに関わらないことが明示された。そして，Thompson and Clark (1983) は，70年代アメリカのデータを用いて，Ruffin (1981) の結論を裏付けている。

ところで，3要素の場合，生産要素の集約度に関して，注意が必要である。まず，第i生産要素が第j財において相対的に集約的であるということを定義しよう。第j財の単純労働 (L)，資本 (K)，技能労働 (S) の投入係数をそれぞれ C_{Lj}, C_{Kj}, C_{Sj} で表すと，例えば，「第1財は相対的に単純労働集約的である」というのは，次の(1)と(2)が成立していることを意味する。また，「第2財

＊本稿は，経済問題研究会（2007年5月，神戸学院大学）において報告した内容を加筆修正したものです。研究会に参加された先生方には有益なご教示を頂きました。記して感謝します。もちろん，有り得る誤謬は筆者の責任です。

が相対的に技能労働集約的である」というのは，次の(2)と(3)が成立していることを意味する。

$$\frac{C_{L1}}{C_{K1}}>\frac{C_{L2}}{C_{K2}} \tag{1}$$

$$\frac{C_{L1}}{C_{S1}}>\frac{C_{L2}}{C_{S2}} \tag{2}$$

$$\frac{C_{K1}}{C_{S1}}>\frac{C_{K2}}{C_{S2}} \tag{3}$$

この時，単純労働で測ると第2財が資本集約的であるが，技能労働で測ると第1財が資本集約的であり，資本はどちらかの財に相対的に集約的に用いられているとはいえない。以下，Ruffin (1981) にしたがって，この場合の単純労働や技能労働のように，他の2つのいずれで測ってもどちらかの財に集約的に使用される生産要素を extreme factor，この場合の資本のように尺度によって集約的に使用されている財が異なる生産要素を middle factor と呼ぶ。

Betra and Casas (1976) では，リプチンスキー定理やストルパー・サミュエルソン定理は extreme factor については成立する。また，Ruffin (1981) にしたがえば，生産要素量変化の相対要素価格への影響は初期の要素集約度のみに依存し，代替の弾力性には依存しない。が，middle factor の増加がもたらす生産量への影響や財価格の変化がもたらす middle factor の価格への影響については，生産関数の詳しい情報や要素供給量の情報がなければ予測できない。さらに，初期の要素集約度自体は代替の弾力性に依存する。

ところで，幾つかの実証研究は，資本と技能労働の補完性が時代や国によって異なることを示しており，代替の弾力性の大きさの相違がもたらす影響も無視できないであろう[(1)]。そこで，本稿では，生産関数を資本と技能労働の補完性

(1) Griliches (1969)，Goldin and Katz (1998)，Papageorgiou and Chmelarova (2005) を参照。

を考慮できる2段階 CES に特定化し，資本・技能労働の補完性が要素集約度自体の決定にどのように影響を及ぼすのか，また，生産要素供給量や財価格の変化が及ぼす相対要素価格への影響を考察する。

次節では2段階 CES 生産関数から生産要素需要を導き，アレンの代替の弾力性を求める。第3節では主体均衡レベルで要素集約度について考察し，要素集約度，生産要素価格，生産関数パラメータの関係について述べる。相対要素価格の変化がもたらす要素集約度への影響が代替の弾力性の大きさに依存することが示される。第4節でモデルを説明し，第5節で生産要素供給量の変化の相対要素価格への影響，第6節で財価格の変化の相対要素価格への影響を分析する。第7節はまとめと今後の課題である。

2　生産要素需要

生産物は第1財，第2財の2種類，生産要素は単純労働，技能労働，資本の3種類とする。第 j 財（$j=1, 2$）の生産関数を以下のような2段階 CES 関数とする。産業による違いはシェアパラメータのみとし，代替の弾力性は産業での差はないとする。(2)

$$V_j^{-\rho}=\alpha_j K_j^{-\rho}+(1-\alpha_j)S_j^{-\rho} \qquad 0<\alpha_j<1,\ -1<\rho<\infty,\ j=1, 2 \qquad (4)$$

$$X_j^{-\delta}=\beta_j V_j^{-\delta}+(1-\beta_j)L_j^{-\delta} \qquad 0<\beta_j<1,\ -1<\delta<\infty,\ j=1, 2 \qquad (5)$$

K_j, S_j, L_j は，それぞれ第 j 生産物の生産のために用いられる資本，技能労働，単純労働であり，V_j は資本と技能労働から成る集計投入物，X_j は第 j 財の生産量である。

生産量 X_j と単純労働賃金率 w_L，技能労働賃金率 w_S，資本レンタル率 r を所与として，生産コストの最小化問題を解くと，以下の生産要素需要関数を導

（2） Ban (2004) では，産業間のシェアパラメータは同じとし，産業間の代替の弾力性の相違に焦点をあて，要素供給量変化が要素集約度にもたらす変化を考察している。

資本・技能労働補完性，要素集約度，および，相対要素価格
出することができる。

$$L_j=\left\{(1-\beta_j)\frac{P_j}{w_L}\right\}^{\frac{1}{1+\delta}}X_j \qquad j=1,2 \tag{6}$$

$$K_j=\left\{\alpha_j\frac{P_{Vj}}{r}\right\}^{\frac{1}{1+\rho}}V_j \qquad j=1,2 \tag{7}$$

$$S_j=\left\{(1-\alpha_j)\frac{P_{Vj}}{w_S}\right\}^{\frac{1}{1+\rho}}V_j \qquad j=1,2 \tag{8}$$

$$V_j=\left\{\beta_j\frac{P_j}{P_{Vj}}\right\}^{\frac{1}{1+\delta}}X_j \qquad j=1,2 \tag{9}$$

$$P_{Vj}=\left\{\alpha_j^{\frac{1}{1+\rho}}r^{\frac{\rho}{1+\rho}}+(1-\alpha_j)^{\frac{1}{1+\rho}}w_S^{\frac{\rho}{1+\rho}}\right\}^{\frac{1+\rho}{\rho}} \qquad j=1,2 \tag{10}$$

$$P_j=\left\{\beta_j^{\frac{1}{1+\delta}}P_{Vj}^{\frac{\delta}{1+\delta}}+(1-\beta_j)^{\frac{1}{1+\delta}}w_L^{\frac{\delta}{1+\delta}}\right\}^{\frac{1+\delta}{\delta}} \qquad j=1,2 \tag{11}$$

(10)は P_{Vj} の定義式であるが，第 j 財に関する資本・技能労働集計投入物 1 単位の最小費用でもある。(11)式の右辺は第 j 財 1 単位のための最小費用で P_j で表す。完全競争の下では，P_j は第 j 財の所与の価格と等しくなる。

(6)～(11)から需要関数は生産要素価格のゼロ次同次であるが，相対価格については当該の生産要素の相対価格が低くなると，その生産要素への需要は増加することがわかる。

(9)より資本・技能労働集計財の価格 P_{Vj} の上昇は，集計財 V_j への需要を減少させる一方，(7)，(8)式より相対的な生産要素価格の低下から資本或いは技能労働への需要を増加させる効果がある。最終的に P_{Vj} の上昇が生産要素需要にどのような影響を及ぼすかは，代替の弾力性に依存する。単純労働と資本・技能労働集計投入物の間の代替の弾力性が資本・技能労働間の弾力性より大きい時（$\delta<\rho$），前者の効果が上回り，P_{Vj} の上昇は資本或いは技能労働への需要を減少させる方向に働く。逆に，資本・技能労働間の代替の弾力性が単純労働と資本・技能労働集計財の間の弾力性より大きい時（$\delta>\rho$），後者の効果

が上回り，P_{Vj} の上昇は資本或いは技能労働への需要を増加させる方向に働く。

後の計算のために，アレンの代替の弾力性を計算しておこう。第 j 財の資本と技能労働のアレンの代替の弾力性 σ_{KS}^{j} は以下のように表すことができる。

$$\sigma_{KS}^{j}=\frac{1}{1+\delta}+\frac{\dfrac{1}{1+\rho}-\dfrac{1}{1+\delta}}{\theta_{Vj}},\qquad \theta_{Vj}=\frac{P_{Vj}e_{Vj}}{P_j} \tag{12}$$

負であれば，資本と技能労働は補完的である。$\delta<\rho$ であっても資本・技能労働集計財の価格シェア θ_{Vj} が十分大きいと，正になる。

単純労働と資本，および，単純労働と技能労働の間のアレンの代替の弾力性をそれぞれ，σ_{LK}^{j}, σ_{LS}^{j} とすると，以下のように表すことができる。

$$\sigma_{LK}^{j}=\sigma_{LS}^{j}=\frac{1}{1+\delta}=\sigma \tag{13}$$

さらに，生産関数の性質より σ と σ_{KS}^{j} の間には次のような不等式が成立することが知られている（数学注①参照）。

$$\sigma_{KS}^{j}>-\left(\frac{\theta_{Lj}}{1-\theta_{Lj}}\right)\sigma \tag{14}$$

3　要素集約度

第 j 財の単純労働，資本，技能労働の投入係数をそれぞれ c_{Lj}, c_{Kj}, c_{Sj} で表すと，次のようになる。

$$c_{Lj}=\left\{(1-\beta_j)\frac{P_j}{w_L}\right\}^{\frac{1}{1+\delta}}\qquad j=1,2 \tag{15}$$

$$c_{Kj}=e_{Kj}e_{Vj}\qquad j=1,2 \tag{16}$$

$$c_{Sj}=e_{Sj}e_{Vj}\qquad j=1,2 \tag{17}$$

$$e_{Kj}=\left\{\alpha_j\frac{P_{Vj}}{r}\right\}^{\frac{1}{1+\rho}},\ e_{Sj}=\left\{(1-\alpha_j)\frac{P_{Vj}}{w_S}\right\}^{\frac{1}{1+\rho}},\ e_{Vj}=\left\{\beta_j\frac{P_j}{P_{Vj}}\right\}^{\frac{1}{1+\delta}}\qquad j=1,2 \tag{18}$$

パラメータの投入係数への影響を資本投入係数を例にとり考察する。(16)・(18)より，相対要素価格が一定の下，α_j や β_j が大きくなるほど資本投入係数

が大きくなることがわかる。α_j や β_j が大きくなるほど資本のシェアが大きくなるので，投入係数は大きくなる。

代替パラメータ ρ や δ については少し複雑である。括弧の中身が1より大きいか小さいかで影響は違ってくる。例えば，$\alpha_j P_{Vj}/r$ が1より大きいとしよう。この時 ρ が大きくなる，即ち資本と技能労働の代替が小さくなると資本投入係数は小さくなる。括弧の中身が1より大きいというのは，資本のシェア α_j が大きく，資本の価格が相対的に低く，投入係数が大きくなる傾向にあるときである。このような条件の時に代替の弾力性が小さくなると，より有利な資本に代替しようとする傾向が緩和され，投入係数は小さくなる。逆に括弧の中身が1より小さい場合は，逆のことが生じる。

さて，第1財を単純労働集約的，第2財を技能労働集約的としよう。その時，先の(1)・(2)・(3)が成立しているが，それらをまとめると，次のように表すことができる。

$$\frac{c_{L1}}{c_{L2}} > \frac{c_{K1}}{c_{K2}} > \frac{c_{S1}}{c_{S2}} \tag{19}$$

同様に，第1財は資本集約的で第2財が技能労働集約的の場合，第1財は労働集約的で第2財が資本集約的の場合は，それぞれ次の(20)と(21)のように表すことができる。

$$\frac{c_{K1}}{c_{K2}} > \frac{c_{L1}}{c_{L2}} > \frac{c_{S1}}{c_{S2}} \tag{20}$$

$$\frac{c_{L1}}{c_{L2}} > \frac{c_{S1}}{c_{S2}} > \frac{c_{K1}}{c_{K2}} \tag{21}$$

(19)・(20)・(21)に(15)～(18)を代入して整理すると，それぞれ(22)・(23)・(24)のようになる。

ケース1：第1財は単純労働集約的，第2財は技能労働集約的（資本が middle factor）

$$\left(\frac{1-\beta_1}{1-\beta_2}\right)^{\frac{1}{1+\delta}} > \left(\frac{\alpha_1}{\alpha_2}\right)^{\frac{1}{1+\rho}} \left(\frac{\beta_1}{\beta_2}\right)^{\frac{1}{1+\delta}} \left(\frac{P_{V1}}{P_{V2}}\right)^{\frac{1}{1+\rho}-\frac{1}{1+\delta}}$$

$$> \left(\frac{1-\alpha_1}{1-\alpha_2}\right)^{\frac{1}{1+\rho}} \left(\frac{\beta_1}{\beta_2}\right)^{\frac{1}{1+\delta}} \left(\frac{P_{V1}}{P_{V2}}\right)^{\frac{1}{1+\rho}-\frac{1}{1+\delta}} \tag{22}$$

ケース 2 ：第 1 財は資本集約的，第 2 財は技能労働集約的（単純労働が middle factor）

$$\left(\frac{\alpha_1}{\alpha_2}\right)^{\frac{1}{1+\rho}} \left(\frac{\beta_1}{\beta_2}\right)^{\frac{1}{1+\delta}} \left(\frac{P_{V1}}{P_{V2}}\right)^{\frac{1}{1+\rho}-\frac{1}{1+\delta}} > \left(\frac{1-\beta_1}{1-\beta_2}\right)^{\frac{1}{1+\delta}}$$

$$> \left(\frac{1-\alpha_1}{1-\alpha_2}\right)^{\frac{1}{1+\rho}} \left(\frac{\beta_1}{\beta_2}\right)^{\frac{1}{1+\delta}} \left(\frac{P_{V1}}{P_{V2}}\right)^{\frac{1}{1+\rho}-\frac{1}{1+\delta}} \tag{23}$$

ケース 3 ：第 1 財は単純労働集約的，第 2 財は資本集約的（技能労働が middle factor）

$$\left(\frac{1-\beta_1}{1-\beta_2}\right)^{\frac{1}{1+\delta}} > \left(\frac{1-\alpha_1}{1-\alpha_2}\right)^{\frac{1}{1+\rho}} \left(\frac{\beta_1}{\beta_2}\right)^{\frac{1}{1+\delta}} \left(\frac{P_{V1}}{P_{V2}}\right)^{\frac{1}{1+\rho}-\frac{1}{1+\delta}}$$

$$> \left(\frac{\alpha_1}{\alpha_2}\right)^{\frac{1}{1+\rho}} \left(\frac{\beta_1}{\beta_2}\right)^{\frac{1}{1+\delta}} \left(\frac{P_{V1}}{P_{V2}}\right)^{\frac{1}{1+\rho}-\frac{1}{1+\delta}} \tag{24}$$

生産要素が extreme factor であるか middle factor であるかは，後で見るように比較静学の結果には重要である。ここでは主体均衡レベルで各条件が成立する状態について検討する。まず，どのような状態の下で資本が middle factor となりうるか，即ち，条件(22)から始めよう。(22)の後者の不等式は整理すると，$\alpha_1>\alpha_2$ となる。α は資本・技能労働集計財における資本のシェアであるから，第 2 財が技能労働集約的になるための条件である。前者の不等式は，資本・技能労働の集計投入物のシェア β に関して言えば，β_1 が β_2 に比して小さいほど，成立しやすい。

資本・技能労働集計投入物の相対価格 P_{V1}/P_{V2} については，注意が必要である。今，$\delta<\rho$ と仮定する。資本と技能労働の代替の弾力性が，単純労働と資

本・技能労集計投入物の間の代替の弾力性より小さいケースである。この時，P_{V1}/P_{V2} が高いほど(22)の最初の不等式は成立しやすい。先に見たように，資本・技能労働集計投入物の価格の上昇は，資本需要に正と負の双方の影響を及ぼすが，$\delta<\rho$ の場合は負の効果が大きい。P_{V1}/P_{V2} が高いほど第1財の資本需要への負の効果が大きくなり，(22)式の2番目の値が小さくなり，最初の不等式は成立しやすくなる。逆に，$\delta>\rho$ の場合は，P_{V1}/P_{V2} が低いほど成立しやすい。

さらに，P_{V1}/P_{V2} は，(10)より次のように書ける。

$$\frac{P_{V1}}{P_{V2}}=\left\{\frac{\alpha_1^{\frac{1}{1+\rho}}\left(\frac{r}{w_S}\right)^{\frac{\rho}{1+\rho}}+(1-\alpha_1)^{\frac{1}{1+\rho}}}{\alpha_2^{\frac{1}{1+\rho}}\left(\frac{r}{w_S}\right)^{\frac{\rho}{1+\rho}}+(1-\alpha_2)^{\frac{1}{1+\rho}}}\right\}^{\frac{1+\rho}{\rho}} \tag{25}$$

P_{V1}/P_{V2} を r/w_S で偏微分すると，その符号は次のようになる（数学注②参照)。

$$\frac{\partial\left(\frac{P_{V1}}{P_{V2}}\right)}{\partial\left(\frac{r}{w_S}\right)}>0 \iff \alpha_1>\alpha_2 \tag{26}$$

つまり，$\alpha_1>\alpha_2$ の条件の下で，r/w_S 比が高くなると，P_{V1}/P_{V2} は高くなる。この時，$\delta<\rho$ であれば，(22)は成立する可能性が高い。P_{Vj} の上昇は単純労働との代替では資本に対する需要を減少させ，技能労働からの代替では資本に対する需要を増加させる。$\delta<\rho$ の場合は前者の減少の効果が上回り，資本の投入係数を下げる方向に働くからである。

$\alpha_1>\alpha_2$ の条件の下で，逆に r/w_S が低くなれば，P_{V1}/P_{V2} は低くなる。この時は，$\delta>\rho$ であれば，(22)は成立する可能性が高い。

次に，単純労働が middle factor となりうる条件，即ち，(23)が成立する条件を考える。(23)の不等式の両端の値を比較すると，先と同様に $\alpha_1>\alpha_2$ が条

件となる。しかし，単純労働のシェアパラメータ β に関しては，先のように単純ではない。他の条件は同じとすると，β_1 が β_2 に比して小さいほど，不等式の第1番目と第3番目の値は小さくなる一方，2番目の値は大きくなり，最初の不等式は成立しない方向に，後者の不等式は成立する方向に働く。逆に，β_1 が β_2 に比して大きい場合は，逆の方向に働く。

P_{V1}/P_{V2} については，$\delta<\rho$ の場合，P_{V1}/P_{V2} が上昇すると，(23)の第1番目の値と第3番目の値は小さくなる。つまり，最初の不等式は成立しない方向に，後者の不等号は成立する方向に働く。逆に，P_{V1}/P_{V2} が低下すると逆の方向に働く。

したがって，β と，P_{V1}/P_{V2} についてまとめると，次のように言える。β_1 が β_2 に比して小さいほど，第1財を単純労働集約的にする方向に働くので，前者の不等式が成立するためには，$(P_{V1}/P_{V2})^{1/(1+\rho)-1/(1+\delta)}$ が，後者の不等式を成立させる範囲内で十分上昇する必要がある。$\delta<\rho$ の場合，P_{V1}/P_{V2} がある程度低くなることが必要であり，$\alpha_1>\alpha_2$ であることに注意すれば，r/w_S がある程度低くなることが必要である。つまり，β_1 が β_2 に比して小さく，第1財を単純労働集約的にする方向に働く時には，第2財に対する第1財の資本投入係数の比を上げるために，$\alpha_1>\alpha_2$ かつ $\delta<\rho$ の場合，r/w_S がある程度低くなることが必要である。$\alpha_1>\alpha_2$ かつ $\delta>\rho$ の場合は，逆に，r/w_S がある程度高くなることが必要である。

ケース1とケース2の状態を比較すると，次のように言える。当初ケース1の状態にあるとしよう。また，$\delta<\rho$ と仮定し，生産関数のパラメータが変わらないとすると，r/w_S の低下は，経済をケース2の状態に移行させる。

最後に，ケース3の条件についてであるが，(24)の後者の不等式から，$\alpha_1<\alpha_2$ となる。前者の不等式については，β や P_{V1}/P_{V2} に関してケース1と同様である。ただし，$\alpha_1<\alpha_2$ であるので，P_{V1}/P_{V2} と r/w_S の関係は逆である。

4 モ　デ　ル

さて，生産要素の完全雇用条件と完全競争条件を追加してモデルを閉じよう。生産要素の完全雇用は以下で示される。

$$L=c_{L1}X_1+c_{L2}X_2 \tag{27}$$

$$K=c_{K1}X_1+c_{K2}X_2 \tag{28}$$

$$S=c_{S1}X_1+c_{S2}X_2 \tag{29}$$

完全競争の下，単位コストは所与の価格 P_j と等しくなるから，

$$P_j=w_Lc_{Lj}+rc_{Kj}+w_Sc_{Sj} \qquad j=1, 2 \tag{30}$$

モデルは(27)から(30)の 5 本で，内生変数 w_L, w_S, r, X_1, X_2 の 5 個が決まる。L, K, S, P_1, P_2 は外生である。生産関数を 2 段階の CES 関数に特定化した以外は Batra and Casas (1976) のモデルと同じであり，以下の計算の導出も同じである。

(27)～(29)を全微分し整理すると，以下のようになる。ただし，*は変化率を表す。

$$\lambda_{L1}X_1^*+\lambda_{L2}X_2^*=L^*-(\lambda_{L1}c_{L1}^*+\lambda_{L2}c_{L2}^*) \tag{31}$$

$$\lambda_{K1}X_1^*+\lambda_{K2}X_2^*=K^*-(\lambda_{K1}c_{K1}^*+\lambda_{K2}c_{K2}^*) \tag{32}$$

$$\lambda_{S1}X_1^*+\lambda_{S2}X_2^*=S^*-(\lambda_{S1}c_{S1}^*+\lambda_{S2}c_{S2}^*) \tag{33}$$

ここで，$\lambda_{ij}(i=L, K, S, j=1, 2)$ は生産要素 i の第 j 部門比率である。例えば，$\lambda_{L1}=c_{L1}X_1/L$ である。(31)と(32)を用いて，X_1^* と X_2^* について解き，(33)に代入すると次式を得る。

$$\begin{aligned}&(\lambda_{S1}\lambda_{K2}-\lambda_{S2}\lambda_{K1})\{L^*-(\lambda_{L1}c_{L1}^*+\lambda_{L2}c_{L2}^*)\}\\&+(\lambda_{S2}\lambda_{L1}-\lambda_{S1}\lambda_{L2})\{K^*-(\lambda_{K1}c_{K1}^*+\lambda_{K2}c_{K2}^*)\}\\&+(\lambda_{K1}\lambda_{L2}-\lambda_{L1}\lambda_{K2})\{S^*-(\lambda_{S1}c_{S1}^*+\lambda_{S2}c_{S2}^*)\}=0\end{aligned} \tag{34}$$

ところで，(9)～(12)より投入係数 c_{ij} は相対価格の関数として表され，その変化率は次のように表される。

$$c_{Lj}^{*}=\{\theta_{Kj}(r^{*}-w_{L}^{*})+\theta_{Sj}(w_{S}^{*}-w_{L}^{*})\}\sigma \qquad j=1, 2 \tag{35}$$

$$c_{Kj}^{*}=\theta_{Lj}(w_{L}^{*}-r^{*})\sigma-\theta_{Sj}(r^{*}-w_{S}^{*})\sigma_{KS}^{j} \qquad j=1, 2 \tag{36}$$

$$c_{Sj}^{*}=\theta_{Lj}(w_{L}^{*}-w_{S}^{*})\sigma-\theta_{Kj}(r^{*}-w_{S}^{*})\sigma_{KS}^{j} \qquad j=1, 2 \tag{37}$$

ただし，$\theta_{Lj}, \theta_{Kj}, \theta_{Sj}$ は，それぞれ，第 j 財の単純労働，資本，技能労働のコストシェアを表している。(35)～(37)を(34)に代入して整理すると(38)を得る。

$$Aw_{L}^{*}+Br^{*}+Cw_{S}^{*}=R \tag{38}$$

$$A=\sigma\sum_{j=1}^{2}(R_{K}^{j}-R_{S}^{j})$$

$$B=\sum_{j=1}^{2}\{R_{S}^{j}\sigma-R_{L}^{j}\sigma_{KS}^{j}\}$$

$$C=\sum_{j=1}^{2}\{R_{L}^{j}\sigma_{KS}^{j}-R_{K}^{j}\sigma\}$$

$$R=|\lambda_{KS}|L^{*}+|\lambda_{SL}|K^{*}+|\lambda_{LK}|S^{*}$$

$$R_{K}^{j}=\frac{\lambda_{Sj}\lambda_{Lj}\theta_{not\,j}(\theta_{K2}-\theta_{K1})}{\theta_{K}},\ R_{S}^{j}=\frac{\lambda_{Lj}\lambda_{Kj}\theta_{not\,j}(\theta_{S2}-\theta_{S1})}{\theta_{S}},$$

$$R_{L}^{j}=\frac{\lambda_{Kj}\lambda_{Sj}\theta_{not\,j}(\theta_{L2}-\theta_{L1})}{\theta_{L}}$$

$$|\lambda_{KS}|=\lambda_{K1}\lambda_{S2}-\lambda_{K2}\lambda_{S1}=\lambda_{K1}-\lambda_{S1}=\lambda_{S2}-\lambda_{K2}$$

$$|\lambda_{SL}|=\lambda_{S1}\lambda_{L2}-\lambda_{S2}\lambda_{L1}=\lambda_{S1}-\lambda_{L1}=\lambda_{L2}-\lambda_{S2}$$

$$|\lambda_{LK}|=\lambda_{L1}\lambda_{K2}-\lambda_{L2}\lambda_{K1}=\lambda_{L1}-\lambda_{K1}=\lambda_{K2}-\lambda_{L2}$$

(30)を全微分し整理すると，

$$\theta_{Lj}w_{L}^{*}+\theta_{Kj}w_{L}^{*}+\theta_{Sj}w_{S}^{*}=P_{j}^{*} \qquad j=1, 2 \tag{39}$$

したがって，(38)と(39)より

$$\begin{pmatrix}\theta_{L1} & \theta_{K1} & \theta_{S1}\\ \theta_{L2} & \theta_{K2} & \theta_{S2}\\ A & B & C\end{pmatrix}\begin{pmatrix}w_{L}^{*}\\ r^{*}\\ w_{S}^{*}\end{pmatrix}=\begin{pmatrix}P_{1}^{*}\\ P_{2}^{*}\\ R\end{pmatrix} \tag{40}$$

D を determinant とすると，

$$D=-(\theta_{L1}-\theta_{L2})^2\sum_{j=1}^{2}\lambda_{Sj}\lambda_{Kj}\theta_{not\,j}\sigma_{KS}^{j}/\theta_L$$
$$-(\theta_{K1}-\theta_{K2})^2\sum_{j=1}^{2}\lambda_{Lj}\lambda_{Sj}\theta_{not\,j}\sigma/\theta_K \tag{41}$$
$$-(\theta_{S1}-\theta_{S2})^2\sum_{j=1}^{2}\lambda_{Kj}\lambda_{Lj}\theta_{not\,j}\sigma/\theta_S$$

ただし，θ_L, θ_K, θ_S は，それぞれ，単純労働，資本，技能労働の所得のシェアを表している。D については，Jones and Scheinkman (1977)，Diewert and Woodland (1977)，Ruffin (1981) の証明により負であるべきことが知られている。

5 生産要素供給量の変化

生産要素供給の変化の影響は，Batra and Casas (1976) の結論と同様で，以下のようになる。

$$w_L^*=\frac{R}{D}(\theta_{K1}\theta_{S2}-\theta_{K2}\theta_{S1}) \tag{42}$$

$$r^*=\frac{R}{D}(\theta_{L2}\theta_{S1}-\theta_{L1}\theta_{S2}) \tag{43}$$

$$w_S^*=\frac{R}{D}(\theta_{L1}\theta_{K2}-\theta_{L2}\theta_{K1}) \tag{44}$$

ところで，$R=|\lambda_{KS}|L^*+|\lambda_{SL}|K^*+|\lambda_{LK}|S^*$ であるから，資本の変化の影響を例にとれば，

$$\frac{w_L^*}{K^*}=\frac{|\lambda_{SL}|(\theta_{K1}\theta_{S2}-\theta_{S1}\theta_{K2})}{D} \tag{45}$$

$$\frac{r^*}{K^*}=\frac{|\lambda_{SL}|(\theta_{L2}\theta_{S1}-\theta_{L1}\theta_{S2})}{D}<0 \tag{46}$$

$$\frac{w_S^*}{K^*}=\frac{|\lambda_{SL}|(\theta_{L1}\theta_{K2}-\theta_{L2}\theta_{K1})}{D} \tag{47}$$

$|\lambda_{SL}|$ と $\theta_{L2}\theta_{S1}-\theta_{L1}\theta_{S2}$ は同じ符号をとるので，(46)の式の値は負である

（数学注③参照）。つまり，増加する資本の価格 r は，初期の状態に関わらず，低下する。一方 w_L や w_S への影響は初期条件に依存する。初期に資本が middle factor である時は，$|\lambda_{SL}|$ と $\theta_{K1}\theta_{S2}-\theta_{S1}\theta_{K2}$ は異なる符号をとり，また，$|\lambda_{SL}|$ と $\theta_{L1}\theta_{K2}-\theta_{L2}\theta_{K1}$ も異なる符号をとる。したがって，w_L と w_S は共に上昇する。初期に資本が extreme factor である時は，w_L や w_S は次のように異なる方向に動く。単純労働が middle factor である時は，$|\lambda_{SL}|$ と $\theta_{K1}\theta_{S2}-\theta_{S1}\theta_{K2}$ は異なる符号をとり，$|\lambda_{SL}|$ と $\theta_{L1}\theta_{K2}-\theta_{L2}\theta_{K1}$ は同じ符号をとる。したがって，w_L は上昇し，w_S は低下する。さらに，技能労働が middle factor である時は，$|\lambda_{SL}|$ と $\theta_{K1}\theta_{S2}-\theta_{S1}\theta_{K2}$ は同じ符号をとり，$|\lambda_{SL}|$ と $\theta_{L1}\theta_{K2}-\theta_{L2}\theta_{K1}$ は異なる符号をとる。したがって，w_L は低下し，w_S は上昇する。

単純労働や技能労働の増加の影響についても同様で，まとめると次のことが確認できる。

- 増加した生産要素の価格は低下する。
- 初期において増加した生産要素が middle factor である時，extreme factor の価格は共に上昇する。
- 初期において増加した生産要素が extreme factor である時，もう一方の extreme factor の価格は低下し，middle factor の価格は上昇する。

以上の結論は Batra and Casas（1976）や Ruffin, R. J.（1981）と同様である。

また，技能労働と単純労働の賃金格差については，以下のようになる。

$$\frac{w_S^*-w_L^*}{K^*}=\frac{|\lambda_{SL}|(\theta_{K2}-\theta_{K1})}{D} \tag{48}$$

$$\frac{w_S^*-w_L^*}{L^*}=\frac{|\lambda_{KS}|(\theta_{K2}-\theta_{K1})}{D} \tag{49}$$

$$\frac{w_S^*-w_L^*}{S^*}=\frac{|\lambda_{LK}|(\theta_{K2}-\theta_{K1})}{D} \tag{50}$$

(48)～(50)も Batra and Casas（1976）でも導かれているが，内容については触れられてない。ここでは詳しく見ていくことにする。(48)から，資本が増加

する時，もし資本が middle factor なら，資本のシェアが高い財で集約的な生産要素の価格がより上昇する。例えば $\theta_{K2}>\theta_{K1}$ で技能労働が第 2 財で集約的とする。このとき，$|\lambda_{SL}|$ は負であるから(48)は正となり，技能労働賃金の上昇率が単純労働賃金の上昇率を上回ることになる。また，もし資本が extreme factor なら，middle factor の価格は上昇し，もう 1 つの extreme factor は低下する。したがって，技能労働が middle factor なら(48)は正となり，単純労働が middle factor なら(48)は負となる。

(49)から，単純労働が増加する時，もし単純労働が middle factor なら，(49)の符号は正となる。もし単純労働が extreme factor で技能労働が middle factor なら(49)の符号は正となる。もし単純労働も技能労働も extreme factor ならば，両方の価格は低下するが，価格の上昇する middle factor の資本の部門間シェアが高い財で集約的に使用される生産要素の方がより低下する。

(50)から，技能労働が増加する時，もし技能労働が middle factor なら，(50)の符号は負となる。もし技能労働が extreme factor で単純労働が middle factor なら(49)の符号は負となる。もし技能労働も単純労働も extreme factor ならば，両方の価格は低下するが，価格の上昇する middle factor の資本の部門間シェアが高い財で集約的に使用される生産要素の方がより低下する。

他の生産要素の相対価格についても同様に導くことができ，以下のようにまとめることができる。

- 増加する生産要素が middle factor の場合，extreme factor で測った middle factor の相対価格は低下する。
- 増加する生産要素が middle factor の場合，2 つの extreme factor の相対価格をみると，middle factor の部門間シェアが高い部門で集約的に使用される extreme factor 価格がそうでない extreme factor 価格より上昇する。
- 増加する生産要素が extreme factor の場合，middle factor で測った増加する extreme factor の相対価格は低下する。

- 増加する生産要素が extreme factor の場合，middle factor で測ったもう1方の extreme factor の相対価格は低下する。
- 増加する生産要素が extreme factor の場合，2つの extreme factor の相対価格をみると，middle factor の部門シェアが高い部門で集約的に使用される extreme factor がそうでない extreme factor より低下する。

以上から，3要素・2財の財価格一定の小国モデルにおいて，生産要素供給増加の相対要素価格に及ぼす影響については次のことが言える。第1に，2つの extreme factor の相対価格は，middle factor の価格の動向とシェアの大きさに依存する。middle factor の価格が低下する場合，そのシェアが高い部門で集約的に使用される生産要素の相対価格は上昇する。逆に，middle factor の価格が上昇する場合，そのシェアが高い部門で集約的に使用される生産要素の相対価格は低下する。第2に，extreme factor と middle factor の相対価格は，middle factor が増加する時は middle factor の相対価格は低下し，extreme factor が増加する時は middle factor の相対価格は上昇する。

ここでの結論を第3節の要素集約度の条件と照らし合わせると，要素供給量の変化と要素集約度の変化を結びつけることができる。第3節でみたように，$\rho>\delta$ の下，ケース1から2に移行するためには資本レンタル率の技能労働賃金に比しての相対的低下が必要であった。これは，初期条件において資本が middle factor であることを考えると，資本の増加によって実現される。

6　商品価格の変化

最後に商品価格の変化が相対価格に与える影響について考える。(40)で第1財の価格の上昇の変化を求めると以下のようになる。

$$\frac{w_S^*-r^*}{P_1^*}=-\frac{A}{D} \tag{51}$$

資本・技能労働補完性，要素集約度，および，相対要素価格

$$\frac{w_S^* - w_L^*}{P_1^*} = \frac{B}{D} \tag{52}$$

$$\frac{w_L^* - r^*}{P_1^*} = \frac{C}{D} \tag{53}$$

以下，それぞれの符号について考察していく。

6.1　技能労働と資本の相対価格

$$A = \left(\frac{\theta_1\theta_2}{\theta_L\theta_K\theta_S}\right)(\theta_1\theta_{L1} + \theta_2\theta_{L2})(\theta_{K2}\theta_{S1} - \theta_{K1}\theta_{S2})\sigma \tag{54}$$

であるから，A が正で(51)が正になるためには，

$$\theta_{K2}\theta_{S1} > \theta_{K1}\theta_{S2} \tag{55}$$

が条件である。したがって，第1財が技能労働集約的，第2財が資本集約であれば，第1財の価格の上昇は資本に比して技能労働の価格を相対的に上昇させる。逆に，第1財が資本集約的，第2財が技能労働集約的であれば，A の符号は負になり，第1財の価格の上昇は，資本に比して技能労働の価格を相対的に低下させる。

(55)はまた，以下のようにも表すことができる。

$$\frac{\theta_{S1}}{\theta_{K1} + \theta_{S1}} > \frac{\theta_{S2}}{\theta_{K2} + \theta_{S2}} \tag{56}$$

つまり，資本または技能労働のいずれかが middle factor であったとしても，第1財の資本・技能労働集計投入物における技能労働のコストシェアが第2財のそれを上回るなら，第1財の価格の上昇は資本に比して技能労働の価格を相対的に上昇させる。

6.2　技能労働と単純労働の相対価格

$$\begin{aligned} B = \frac{\theta_1\theta_2}{\theta_L\theta_K\theta_S}\{&(\theta_{S2} - \theta_{S1})(\theta_1\theta_{L1}\theta_{K1} + \theta_2\theta_{L2}\theta_{K2})\sigma \\ &-(\theta_{L2} - \theta_{L1})(\theta_1\theta_{K1}\theta_{S1}\sigma_{KS}^1 + \theta_2\theta_{K2}\theta_{S2}\sigma_{KS}^2)\} \end{aligned} \tag{57}$$

（技能労働と単純労働が extreme factor の場合）

第1財が単純労働集約的，第2財が技能労働集約である時 σ^j_{KS} の符号にかかわらず，B の符号が正であることを Batra and Casas (1976) と同様の手法によって示すことができる。今，$\theta_{L2}-\theta_{L1}$ は負であるから（数学注④参照），(57)の右辺の σ^j_{KS} をより小さい値で置き換えると全体の値は小さくなる。σ^j_{KS} を(14)の右辺で置き換えたものを B' とする。B' の符号が正であることが言えれば B の符号も正と言える。

$$B'=\sigma\left(\frac{\theta_1\theta_2}{\theta_L\theta_K\theta_S}\right)\left(\frac{\theta_{L1}\theta_{K1}\theta_1}{1-\theta_{L1}}+\frac{\theta_{L2}\theta_{K2}\theta_2}{1-\theta_{L2}}\right)(\theta_{S2}-\theta_{S1}+\theta_{L2}\theta_{S1}-\theta_{L1}\theta_{S2}) \quad (58)$$

B' の符号が正であるためには，(58)の右辺の最後の項が正であればよい。それを書き直すと（数学注⑤参照），

$$\frac{\theta_{S2}}{\theta_{S1}}>\frac{\theta_{K2}}{\theta_{K1}} \quad (59)$$

となるから，第2財が技能労働集約である時，(59)は成立する。

同様に，第1財が技能労働集約的，第2財が単純労働集約である時，σ^j_{KS} の符号にかかわらず，B の符号が負であることを示すことができる。

（単純労働が middle factor の場合）

次に単純労働が middle factor で，第1財が資本集約的，第2財が技能労働集約的としよう。$\theta_{S2}-\theta_{S1}$ が正で $\theta_{L2}-\theta_{L1}$ が負の場合と，$\theta_{S2}-\theta_{S1}$ と $\theta_{L2}-\theta_{L1}$ の双方が正の場合がある。前者の場合は，先の第1財が単純労働集約的，第2財が技能労働集約である場合と同様である。即ち，B は正となる。後者の場合は少し複雑で，次式に見るように，代替の弾力性の大きさも関わってくる。

$$B=\frac{\theta_1\theta_2}{\theta_L\theta_K\theta_S}\begin{bmatrix}\theta_1\theta_{K1}\{\theta_{L1}(\theta_{S2}-\theta_{S1})\sigma-\theta_{S1}(\theta_{L2}-\theta_{L1})\sigma^1_{KS}\} \\ +\theta_2\theta_{K2}\{\theta_{L2}(\theta_{S2}-\theta_{S1})\sigma-\theta_{S2}(\theta_{L2}-\theta_{L1})\sigma^2_{KS}\}\end{bmatrix} \quad (60)$$

B が正になる十分条件は，

$$\frac{\left(\frac{\theta_{S2}}{\theta_{S1}}\right)-1}{\left(\frac{\theta_{L2}}{\theta_{L1}}\right)-1}>\frac{\sigma_{KS}^{j}}{\sigma} \qquad j=1, 2 \tag{61}$$

で，この時，第 1 財の価格の上昇は技能労働賃金を単純労働賃金に比べて相対的に低下させる。左辺は前提より正なので，σ_{KS}^{j} が負の場合は満たされる。

第 1 財が技能労働集約的，第 2 財が資本集約的の場合についても同様のことを示すことができる。$\theta_{S2}-\theta_{S1}$ が負で $\theta_{L2}-\theta_{L1}$ が正の場合，B は負となる。$\theta_{S2}-\theta_{S1}$ と $\theta_{L2}-\theta_{L1}$ の双方が負の場合，(61)を十分条件として，B の符号は負となり，第 1 財の価格の上昇が技能労働賃金を単純労働賃金に比べて相対的に上昇させる。

（技能労働が middle factor の場合）

技能労働が middle factor で，第 1 財が単純労働集約的，第 2 財が資本集約的としよう。$\theta_{L2}-\theta_{L1}$ が負で $\theta_{S2}-\theta_{S1}$ が正の場合と，$\theta_{L2}-\theta_{L1}$ と $\theta_{S2}-\theta_{S1}$ の双方が負の場合がある。前者の場合は，第 1 財が単純労働集約的，第 2 財が技能労働集約である場合と同様である。即ち，B は正となる。

後者の場合は，次の十分条件の下で B は正となり，第 1 財の価格の上昇によって技能労働賃金の単純労働賃金に比しての相対価格は低下する。

$$\frac{\left(\frac{\theta_{S2}}{\theta_{S1}}\right)-1}{\left(\frac{\theta_{L2}}{\theta_{L1}}\right)-1}<\frac{\sigma_{KS}^{j}}{\sigma} \qquad j=1, 2 \tag{62}$$

逆に，第 1 財が資本集約的，第 2 財が単純労働集約的としよう。$\theta_{L2}-\theta_{L1}$ が正で $\theta_{S2}-\theta_{S1}$ が負の場合と，$\theta_{L2}-\theta_{L1}$ と $\theta_{S2}-\theta_{S1}$ の双方が正の場合がある。前者の場合は，第 1 財が技能労働集約的，第 2 財が単純労働集約的の場合と同様で，B は負となる。

後者の場合は，(62)を十分条件として B は負となり，第 1 財の価格の上昇

によって技能労働賃金の単純労働賃金に比しての相対価格は上昇する。

6.3　単純労働と資本の相対価格

$$C=\frac{\theta_1\theta_2}{\theta_L\theta_K\theta_S}\{(\theta_{L2}-\theta_{L1})(\theta_1\theta_{K1}\theta_{S1}\sigma_{KS}^1+\theta_2\theta_{K2}\theta_{S2}\sigma_{KS}^2)$$

$$-(\theta_{K2}-\theta_{K1})(\theta_1\theta_{L1}\theta_{S1}+\theta_2\theta_{L2}\theta_{S2})\sigma\} \qquad (63)$$

先の技能労働と資本の相対価格と同様で，まず，単純労働と資本が extreme factor である時，および，$\theta_{L2}-\theta_{L1}$ と $\theta_{K2}-\theta_{K1}$ が異符号の時は，第1財で集約的に使用される生産要素の相対価格が上昇，もしくは，第2財で集約的に使用される要素の相対価格が低下する。

資本が middle factor の場合で $\theta_{L2}-\theta_{L1}$ と $\theta_{K2}-\theta_{K1}$ が同符号の場合，

$$\frac{\left(\dfrac{\theta_{K2}}{\theta_{K1}}\right)-1}{\left(\dfrac{\theta_{L2}}{\theta_{L1}}\right)-1}<\frac{\sigma_{KS}^j}{\sigma} \qquad j=1,2 \qquad (64)$$

を十分条件として，C の符号は，第1財が単純労働集約的な場合は負となり，第2財が単純労働集約的な場合は正となる。

単純労働が middle factor の場合で $\theta_{L2}-\theta_{L1}$ と $\theta_{K2}-\theta_{K1}$ が同符号の場合，

$$\frac{\left(\dfrac{\theta_{K2}}{\theta_{K1}}\right)-1}{\left(\dfrac{\theta_{L2}}{\theta_{L1}}\right)-1}>\frac{\sigma_{KS}^j}{\sigma} \qquad j=1,2 \qquad (65)$$

を十分条件として，C の符号は，第1財が資本集約的な場合は正となり，第2財が資本集約的な場合は負となる。

以上の結果から次のようにいえる。まず，第1財の価格上昇は，2つの extreme factor の相対要素価格の動向については，第1財で集約的に使用される相対要素価格を上昇させる。

次に，extreme factor と middle factor の相対要素価格については，middle factor の価格シェアと代替の弾力性に依存する。例えば，技能労働が middle factor で単純労働が第 1 財で集約的，資本が第 2 財で集約的，また，第 1 財の技能労働のコストシェアが第 2 財のそれを上回っているとしよう。もし資本と技能労働の間の代替の弾力性が補完的ならば，(60)において B が負になるので，技能労働賃金は単純労働賃金に比して相対的に上昇することになる。

7　結　　び

本稿では，3 要素 2 財の小国モデルにおいて生産関数を 2 段階 CES に特定化し，要素供給量や財価格の変化が要素集約度や相対要素価格にもたらす効果に関しての比較静学を行った。その中で資本・技能労働の補完性の役割や middle factor の役割を考察した。

本稿のモデルにおいて，代替の弾力性は，生産要素供給の増加が相対要素価格へもたらす影響には関係しないが，財価格の変化が middle factor と extreme factor の相対要素価格へもたらす影響には関係することが示された。また，生産要素供給の増加は相対要素価格への影響を通じて要素集約度を変化させるが，その際，代替の弾力性の大きさが重要であることも明らかとなった。

近年日本が幾つかの国との間で交渉を進めている経済連携協定（EPA）では，貿易の自由化のみならず，投資や人的移動の自由化の交渉も含まれている。本稿のモデルは小国モデルであるので限界があるが，このような開放化の国内賃金格差への影響について，ある程度言及することができるだろう。しかし，そのためには現実の日本経済の要素集約度と代替の弾力性について知ることが必要で，実証研究が今後の課題となる。

数学注

① (14)の導出

投入係数は生産要素価格のゼロ次同次関数であるから，

$$\theta_{Lj}\sigma^j_{Li}+\theta_{Kj}\sigma^j_{Ki}+\theta_{Tj}\sigma^j_{Ti}=0,\quad i=L, K, S,\quad j=1, 2 \tag{A1}$$

(A1) を用いると，以下のようになる（Betra and Casas (1976) 参照)。

$$\sigma_{LL}^{j}=\frac{1}{(\theta_{Lj})^2}\{(\theta_{Kj})^2\sigma_{KK}^{j}+2\theta_{Kj}\theta_{Sj}\theta_{KS}+(\theta_{Sj})^2\sigma_{SS}^{j}\},\quad j=1,2 \tag{A2}$$

ところで，

$$\sigma_{LL}^{j}=\frac{-\left(\frac{1}{1+\delta}\right)(1-\theta_{Lj})}{\theta_{Lj}} \tag{A3}$$

であるから，(A2)の右辺は negative definite でなければならない。そのためには，

$$\sigma_{KK}^{j}\sigma_{SS}^{j}-(\sigma_{KS}^{j})^2>0 \tag{A4}$$

でなければならず，(A1)を用いると，

$$\frac{\theta_{Lj}\sigma_{LK}^{j}(\theta_{Lj}\sigma_{LS}^{j}+\theta_{Kj}\sigma_{KS}^{j})+\theta_{Sj}\theta_{Lj}\sigma_{LS}^{j}\sigma_{KS}^{j}}{\theta_{Kj}\theta_{Sj}}>0 \tag{A5}$$

となり，整理すると，

$$\sigma_{KS}^{j}>\frac{-\theta_{Lj}\sigma_{LK}^{j}\sigma_{LS}^{j}}{\theta_{Kj}\sigma_{KL}^{j}+\theta_{Sj}\sigma_{SL}^{j}} \tag{A6}$$

となる。(12)・(13)を(A6)に代入すると(14)を得る。

② (26)の導出

$$\frac{\partial\left(\frac{P_{V1}}{P_{V2}}\right)}{\partial\left(\frac{r}{w_S}\right)}=\frac{\left(\frac{P_{V1}}{P_{V2}}\right)^{\frac{1}{1+\rho}}\left(\frac{r}{w_S}\right)^{\frac{\rho}{1+\rho}}\left\{(\alpha_1-\alpha_1\alpha_2)^{\frac{1}{1+\rho}}-(\alpha_2-\alpha_1\alpha_2)^{\frac{1}{1+\rho}}\right\}}{\left\{(\alpha_2)^{\frac{1}{1+\rho}}\left(\frac{r}{w_S}\right)^{\frac{\rho}{1+\rho}}+(1-\alpha_2)^{\frac{1}{1+\rho}}\right\}^2}$$

であるから，これが正になるためには，$\alpha_1>\alpha_2$ が必要十分条件となる。

③ (46)の符号

$$|\lambda_{SL}|=\left(\frac{\theta_{S1}\theta_1}{\theta_S}\right)\left(\frac{\theta_{L2}\theta_2}{\theta_L}\right)-\left(\frac{\theta_{S2}\theta_2}{\theta_S}\right)\left(\frac{\theta_{L1}\theta_1}{\theta_{LS}}\right)=\left(\frac{\theta_1\theta_2}{\theta_S\theta_L}\right)(\theta_{S1}\theta_{L2}-\theta_{S2}\theta_{L1})$$

④ $\theta_{L2}-\theta_{L1}$ の符号

$$\theta_{L2}-\theta_{L1}=\frac{c_{L2}w_L}{c_{L2}w_L+c_{K2}r+c_{S2}w_S}-\frac{c_{L1}w_L}{c_{L1}w_L+c_{K1}r+c_{S1}w_S}$$
$$=\frac{1}{1+\frac{c_{K2}}{c_{L2}}\frac{r}{w_L}+\frac{c_{S2}}{c_{L2}}\frac{w_S}{w_L}}-\frac{1}{1+\frac{c_{K1}}{c_{L1}}\frac{r}{w_L}+\frac{c_{S1}}{c_{L1}}\frac{w_S}{w_L}}$$

単純労働が第1財集約的であるとすると，

$$\frac{c_{K2}}{c_{L2}}>\frac{c_{K1}}{c_{L1}},\qquad \frac{c_{S2}}{c_{L2}}>\frac{c_{S1}}{c_{L1}}$$

資本・技能労働補完性，要素集約度，および，相対要素価格

であるから，$\theta_{L2}-\theta_{L1}$ は負である。

⑤ (59)の導出

$$\theta_{S2}-\theta_{L1}\theta_{S2}>\theta_{S1}-\theta_{L2}\theta_{S1}$$

$$\theta_{S2}(1-\theta_{L1}-\theta_{S1})>\theta_{S1}(1-\theta_{L2}-\theta_{S2})$$

参　考　文　献

Ban, H. (2004), "Capital-Skill Complementarity and Factor Intensity," 神戸学院経済学論集，第36巻，第1・2号，pp. 149-158.

Betra, R. N. and F. R. Casas (1976), "A Synthesis of the Heckscher-Ohlin and the Neo-classical Models of International Trade," *Journal of International Economics,* 6, pp. 21-38.

Diewert, W. E. and A. D. Woodland (1977), "Frank Knight's Theorem in Linear programming revised, Econometrica," 45, pp. 375-398.

Goldin, C. and L. Katz (1998), "The Origins of Capital-Skill Complementarity," *Quarterly Journal of Economics,* 113, pp. 693-732.

Griliches, Z. (1969), "Capital-Skill Complementarity," *Review of Economics and Statistics,* 51, pp. 465-468.

Jones, R. W. and J. A. Scheinkman (1977), "The relevance of the two-sector production model in trade theory," *Journal of Political Economy,* 85, pp. 909-935.

Papageorgiou, C. and V. Chmelarova (2005), "Nonlinearities in Capital-Skill Complementarity," *Journal of Economic Growth,* 10, pp. 59-89.

Ruffin, R. J. (1981), "Trade and Factor Movements with Three Factors and Two Goods," *Economics Letters,* 7, pp. 177-182.

Thompson, H. and D. P. Clark (1983),, "Factor Movements with Three Factors and Two Goods in the U.S. Economy," *Economics Letters,* 12, pp. 53-60.