

『貿易自由化の効果における地域間格差：地域間産業連関表を利用した応用一般均衡分析』のモデルの説明

武田 史郎*

関東学園大学経済学部経済学科
373-8515 群馬県太田市藤阿久町 200

e-mail: <zbc08106@park.zero.ad.jp>

2008-05-02 (Ver. 1.0)

概要

武田・伴 (2008) で利用されているモデルの説明.

1 注意

この文書では 武田・伴 (2008) で利用されているモデルの説明をおこなう.

- [1] GAMS で書かれたシミュレーションのプログラムは筆者から入手可能である. 入手希望の方は筆者に問い合わせる.
- [2] GAMS のプログラムでは基本的に全ての関数を **calibrated share form** で記述している. 従って, 以下でも **calibrated share form** でモデルを記述している. **Calibrated share form** については 武田 (2007, 第 5 節), Rutherford (1998) 等を参照して欲しい.
- [3] 式の右端にある括弧内の変数はその式によって決定される変数, あるいは式が不等式で表されているときにはその式に対応する **slack variable** を表している. 例えば,

$$f(x, y, z) \geq 0 \quad \{z\}$$

のように書かれている条件は正確には

$$f(x, y, z) \geq 0 \quad f(x, y, z)z = 0 \quad z \geq 0$$

という条件となる. これは, $z > 0$ なら $f(x, y, z) = 0$, $f(x, y, z) > 0$ なら $z = 0$ という意味になる.

- [4] バー付きの変数は変数のベンチマークにおける値を表している.
- [5] GAMS のプログラムでは内生変数は (幾つかの例外を除き) ベンチマーク均衡において 1 に等しくなるように規準化されている. 例えば, 地域 r の部門 i の生産量 Y_{ir} はプログラム内では $Y_{ir} = \bar{Y}_{ir}y_{ir}$ というように Y_{ir} のベンチマーク値である \bar{Y}_{ir} と y_{ir} に分解されており, 後者の y_{ir} を変数として扱っている. プログラム内の $y_{-}(i, r)$ はこの規準化された変数 y_{ir} を表している. 他の多くの変数に関しても同じように規準化がされている.

*Email: shiro.takeda@gmail.com

2 図

生産関数、効用関数等には CES 型関数 (あるいは、その特殊ケースである Leontief 型、Cobb-Douglas 型) を利用している。図 1 から図 5 は関数型の構造をツリーとして表現したもの。EX というような記号は代替の弾力性を表している。

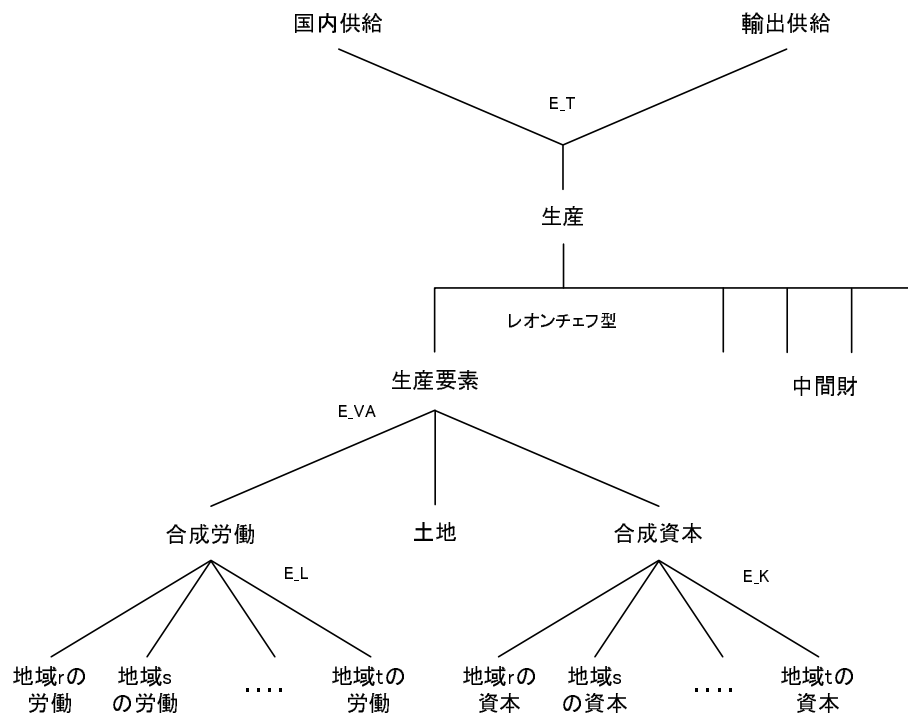


図 1: 各地域における生産関数

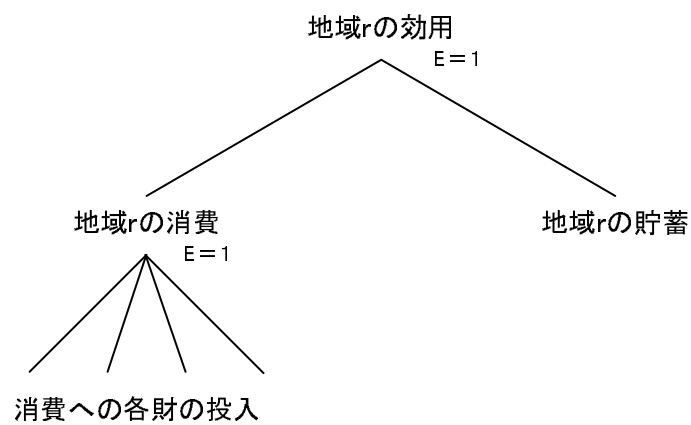


図 2: 各地域における効用関数 (二段階の Cobb-Douglas 型)

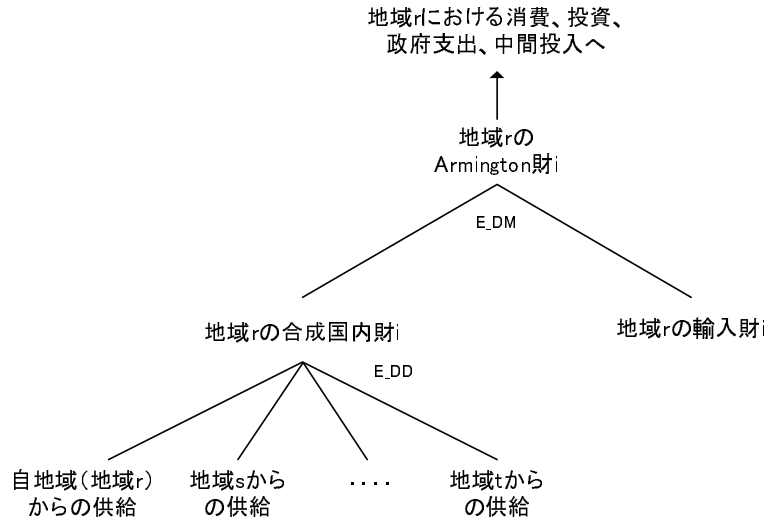


図 3: 各地域における Armington 統合関数 (二段階の CES 型)

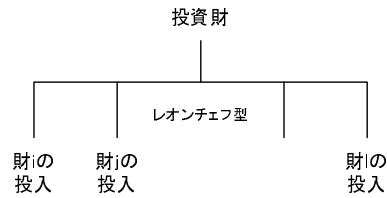


図 4: 各地域における投資財の生産 (各財を Leontief 型で投入したもの)

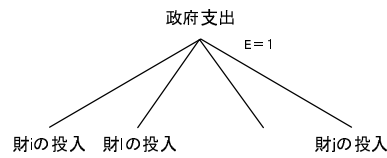


図 5: 各地域における政府支出 (各財を Cobb-Douglas 型で投入したもの)

3 記号

まず，説明で利用される記号を定義しておく．表の最も右の列の記号は GAMS のプログラム内での表記である¹．

集合 (set) の定義

記号	説明	プログラム
i, j	部門・財のインデックス	i, j, ii
r, s	地域のインデックス	r, s, rr
AGR	農林水産業 (AGR) を表す集合	

¹model.mcp.gms で定義されているモデル。

Activity レベル

記号	説明	プログラム
Y_{ir}	地域 r の部門 i の生産水準	$y_{(i,r)}$
A_{ir}	地域 r における財 i の Armington 統合	$a_{(i,r)}$
AD_{ir}	地域 r における国内財の統合	$ad_{(i,r)}$
AK_{ir}	地域 r の部門 i における資本の統合	$ak_{(i,r)}$
AL_{ir}	地域 r の部門 i における労働の統合	$al_{(i,r)}$
M_{ir}	地域 r における財 i の輸入	$im_{(i,r)}$
X_{ir}	地域 r における財 i の輸出	$ex_{(i,r)}$
C_r	地域 r の消費	$c_{(r)}$
U_r	地域 r の効用	$u_{(r)}$
INV_r	地域 r の投資財生産	$inv_{(r)}$
G_r	地域 r の政府支出	$gov_{(r)}$

単位費用, 価格指数

記号	説明	プログラム
c_{ir}^Y	部門 i の単位費用	$c_y_{(i,r)}$
c_{ir}^{AK}	資本統合の単位費用	$c_ak_{(i,r)}$
c_{ir}^{AL}	労働統合の単位費用	$c_al_{(i,r)}$
c_{ir}^A	Armington 統合の単位費用	$c_a_{(i,r)}$
c_{ir}^{AD}	国内財統合の単位費用	$c_ad_{(i,r)}$
c_r^C	消費の単位費用	$c_c_{(r)}$
c_r^U	効用の単位費用	$c_u_{(r)}$
c_r^{INV}	投資財生産の単位費用	$c_inv_{(r)}$
c_r^G	政府支出の単位費用	$c_gov_{(i,r)}$
p_{ir}^Y	部門 i の生産物の価格指数	$p_y_{(i,r)}$
p_{ir}^{VA}	VA の価格指数	$p_va_{(i,r)}$
p_{ir}^D	国内供給の価格指数	$p_d_{(i,r)}$
p_{ir}^A	Armington 財の価格指数	$p_a_{(i,r)}$
p_{ir}^{AD}	合成国内財の価格指数	$p_ad_{(i,r)}$
p_{ir}^M	輸入財の価格 (関税込み)	$p_m_{(i,r)}$
p_{ir}^X	輸出の価格	$p_x_{(i,r)}$
p_{ir}^C	合成消費の価格指数	$p_c_{(r)}$
p_{ir}^U	効用の価格指数	$p_u_{(r)}$
p_r^{INV}	投資財の価格指数	$p_inv_{(r)}$
p_r^G	政府支出の価格指数	$p_gov_{(r)}$
p_r^L	地域 r の労働の価格	$p_l_{(r)}$
p_r^K	地域 r の資本の価格	$p_k_{(r)}$
p_{ir}^{LND}	地域 r の部門 i における土地の価格 ($i \in AGR$)	$p_land_{(i,r)}$
p_{ir}^{AL}	合成労働の価格指数	$p_al_{(i,r)}$
p_{ir}^{AK}	合成資本の価格指数	$p_ak_{(i,r)}$
p_{ir}^{FX}	外国為替の価格	$p_fx_{(i,r)}$

需要関数

記号	説明	プログラム
a_{fir}^{YX}	単位輸出供給	a_yx_(i,r)
a_{fir}^{YD}	単位国内供給	a_yd_(i,r)
a_{ir}^{AL}	合成労働への単位需要	a_al_(i,r)
a_{ir}^{AK}	合成資本への単位需要	a_ak_(i,r)
a_{ir}^{LND}	土地への単位需要 ($i \in \text{AGR}$)	a_land_(i,r)
a_{isr}^L	地域 r における地域 s の労働への単位需要	a_l_(i,s,r)
a_{isr}^K	地域 r における地域 s の資本への単位需要	a_k_(i,s,r)
a_{ir}^M	輸入財への単位需要	a_m_(i,r)
a_{ir}^{AD}	合成国内財への単位需要	a_ad_(i,r)
a_{isr}^D	地域 s で生産された国内財への地域 r の単位需要	a_d_(i,s,r)
a_{ir}^{CC}	単位消費需要	a_cc_(i,r)
a_r^C	合成消費への単位需要	a_c_(r)
a_r^S	貯蓄への単位需要	a_s_(r)
a_r^G	政府支出への単位需要	a_g_(r)
a_{ir}^{INV}	単位投資需要	a_inv_(i,r)
a_{ir}^{GOV}	単位政府支出需要	a_gov_(i,r)

シェアパラメータ (外生変数)

ベンチマーク均衡におけるシェアを表すパラメータ.

記号	説明	プログラム
θ_{ir}^X	輸出供給のシェア	sh_x(i,r)
θ_{ir}^{VA}	コストに占める付加価値 (資本・労働・土地) のシェア	sh_va(i,r)
θ_{ir}^{VAL}	VA に占める労働のシェア	sh_val(i,r)
θ_{ir}^{VAK}	VA に占める資本のシェア	sh_vak(i,r)
θ_{ir}^{VAN}	VA に占める土地のシェア	sh_van(i,r)
θ_{isr}^L	地域 r で利用される労働に占める地域 s の労働のシェア	sh_l(i,s,r)
θ_{isr}^K	地域 r で利用される資本に占める地域 s の資本のシェア	sh_k(i,s,r)
θ_{jir}^I	部門 i のコストにおける中間財 j への支出シェア	sh_i(j,i,r)
θ_{ir}^{AD}	Armington 統合における国内財への支出シェア	sh_ad(i,r)
θ_{ir}^M	Armington 統合における輸入財への支出シェア	sh_m(i,r)
θ_{isr}^D	地域 r で利用される国内財に占める地域 s で生産された財のシェア	sh_dd(i,s,r)
θ_{ir}^C	消費における財 i への支出シェア	sh_c(i,r)
θ_{Cr}^U	地域 r の家計の支出に占める消費のシェア	sh_cs("C",r)
θ_{Sr}^U	地域 r の家計の支出に占める貯蓄のシェア	sh_cs("S",r)
θ_{ir}^{INV}	投資に占める財 i のシェア	sh_inv(i,r)
θ_{ir}^G	政府支出に占める財 i のシェア	sh_gov(i,r)
θ_r^T	政府の総トランスファーに占める地域 r へのトランスファーのシェア	sh_t(r)

代替の弾力性 (外生変数)

記号	説明	プログラム
σ_i^{DM}	Armington 統合における国内財と輸入財の間の EOS	elas_dm(i)
σ_i^{DD}	国内財間の EOS	elas_dd(i)
σ_i^{VA}	資本・労働間の EOS	elas_va(i)
σ_i^K	異なった地域の資本の間の EOS	elas_k(i)
σ_i^L	異なった地域の労働の間の EOS	elas_l(i)
η_i	輸出供給と国内供給の間の限界変形率	etra(i)

税率 (外生変数)

記号	説明	プログラム
t_r^K	地域 r の資本に対する税率	taxl0(r)
t_r^L	地域 r の労働に対する税率	taxk0(r)
t_{ir}^M	地域 r の財 i への関税 + 輸入商品税率	taxm0(i,r)
t_{ir}^Y	地域 r の財 i の生産に対する税率	taxy0(i,r)

その他の変数, パラメータ

記号	説明	プログラム
M_r^H	地域 r の代表的家計の所得	m_h_(r)
M^G	中央政府の税收	m_g_
\bar{E}_r^L	地域 r の労働の賦存量 (外生変数)	lab0(r)
\bar{E}_r^K	地域 r の資本の賦存量 (外生変数)	cap0(r)
\bar{E}_{ir}^{LND}	地域 r の土地の賦存量 (外生変数)	lnd0(i,r)
BOF	日本の海外へのキャピタルフロー (外生変数)	bop0
e_{ir}^{TOT}	交易条件を表すパラメータ (外生変数)。初期値は 1。1 より大きく (小さく) ならば交易条件の改善 (悪化) を意味する。	e_tot(i,r)
e_{ir}^T	貿易の効率性を表すパラメータ (外生変数)。初期値は 1。1 より大きく (小さく) ならば効率性の改善 (低下) を意味する。このパラメータはサービス貿易自由化の際に動かしている。	e_trade(i,r)

4 単位費用と価格指数

生産物の価格指数: 各部門において国内供給と輸出供給は CET 関数に従って振り分けられる。よって、地域 r の部門 i の生産物の価格指数は次式で与えられる。

$$p_{ir}^Y = \bar{p}_{ir}^Y \left[\theta_{ir}^X \left[\frac{p_{ir}^X}{\bar{p}_{ir}^X} \right]^{1+\eta_i} + (1 - \theta_{ir}^X) \left[\frac{p_{ir}^D}{\bar{p}_{ir}^D} \right]^{1+\eta_i} \right]^{\frac{1}{1+\eta_i}} \quad \{p_{ir}^Y\}$$

VA の価格指数: 各部門の資本、労働、土地は CES 型関数で統合される (ただし、土地を利用するのは「農林水産業 (AGR)」のみ)。よって、地域 r の部門 i における合成本源的要素 (本源的要素を統合したもの) の価格指数は次式で与えられる。

$$p_{ir}^{VA} = \bar{p}_{ir}^{VA} \left[\theta_{ir}^{VAL} \left[\frac{p_{ir}^{AL}}{\bar{p}_{ir}^{AL}} \right]^{1-\sigma_i^{VAL}} + \theta_{ir}^{VAK} \left[\frac{p_{ir}^{AK}}{\bar{p}_{ir}^{AK}} \right]^{1-\sigma_i^{VA}} + \theta_{ir}^{VAN} \left[\frac{p_{ir}^{LND}}{\bar{p}_{ir}^{LND}} \right]^{1-\sigma_i^{VA}} \right]^{\frac{1}{1-\sigma_i^{VA}}} \quad \{p_{ir}^{VA}\}$$

合成本源的要素の単位費用: 各部門の投入する資本は様々な地域から供給される資本を CES 型関数で合成されたものと仮定する。つまり、各地域の供給する資本は不完全代替物であるとする。この仮定より、地域 r の部門 i における資本の単位費用は次式となる²。

$$c_{ir}^{AK} = \bar{c}_{ir}^{AK} \left[\sum_s \theta_{isr}^K \left[\frac{(1+t_s^K)p_s^K}{(1+\bar{t}_s^K)\bar{p}_s^K} \right]^{1-\sigma_i^K} \right]^{\frac{1}{1-\sigma_i^K}} \quad \{c_{ir}^{AK}\}$$

²ある地域の生産において別の地域の資本が利用されることがあるので、このような処理をおこなっているが、地域を越えて利用される資本は量としては極めて少ない。これは労働についても同じである。

労働についても同様の仮定を置く。よって、地域 r の部門 i における労働の単位費用は次式となる。

$$c_{ir}^{AL} = \bar{c}_{ir}^{AL} \left[\sum_s \theta_{isr}^L \left[\frac{(1+t_s^L)p_s^L}{(1+\bar{t}_s^L)\bar{p}_s^L} \right]^{1-\sigma_i^L} \right]^{\frac{1}{1-\sigma_i^L}} \quad \{c_{ir}^{AL}\}$$

生産の単位費用: 地域 r の部門 i の単位費用は次式で与えられる。

$$c_{ir}^Y = \bar{c}_{ir}^Y \left[\sum_j \theta_{jir}^I \frac{(1+t_{jir}^I)p_{jr}^A}{(1+\bar{t}_{jir}^I)\bar{p}_{jr}^A} + \theta_{ir}^{VA} \frac{p_{ir}^{VA}}{\bar{p}_{ir}^{VA}} \right] \quad \{c_{ir}^Y\}$$

中間財と合成本源的要素が Leontief 型で投入されるので、単位費用は中間財の価格と合成本源的要素の価格指数の線型の関数となる。

Armington 統合の単位費用: Armington 統合 (国内財と輸入財の統合) は CES 型関数を通じておこなわれる。よって、地域 r の財 i についての Armington 統合の単位費用は次式で与えられる。

$$c_{ir}^A = \bar{c}_{ir}^A \left[\theta_{ir}^{AD} \left[\frac{p_{ir}^{AD}}{\bar{p}_{ir}^{AD}} \right]^{1-\sigma_i^{DM}} + \theta_{ir}^M \left[\frac{p_{ir}^M}{\bar{p}_{ir}^M} \right]^{1-\sigma_i^{DM}} \right]^{\frac{1}{1-\sigma_i^{DM}}} \quad \{c_{ir}^A\}$$

国内財統合の単位費用: 国内の各地域から供給される財は CES 関数で統合される。よって、地域 r における国内財統合の単位費用は次式となる。

$$c_{ir}^{AD} = \bar{c}_{ir}^{AD} \left[\sum_s \theta_{isr}^D \left[\frac{p_{is}^D}{\bar{p}_{is}^D} \right]^{1-\sigma_i^{DD}} \right]^{\frac{1}{1-\sigma_i^{DD}}} \quad \{c_{ir}^{AD}\}$$

消費の単位費用: 消費は各財の Cobb-Douglas 関数であるので、その単位費用 (単位支出) は次式で与えられる。

$$c_r^C = \bar{c}_r^C \prod_i \left[\frac{p_{ir}^A}{\bar{p}_{ir}^A} \right]^{\theta_{ir}^C} \quad \{c_r^C\}$$

投資財の単位費用: 投資は各財の Leontief 関数であるので、その単位費用 (単位支出) は次式で与えられる。

$$c_r^{INV} = \bar{c}_r^{INV} \sum_i \theta_{ir}^{INV} \frac{p_{ir}^A}{\bar{p}_{ir}^A} \quad \{c_r^{INV}\}$$

政府支出の価格: 政府支出は各財の Cobb-Douglas 関数であるので、その単位費用 (単位支出) は次式で与えられる。

$$c_r^G = \bar{c}_r^G \prod_i \left[\frac{p_{ir}^A}{\bar{p}_{ir}^A} \right]^{\theta_{ir}^G} \quad \{c_r^G\}$$

効用の単位費用: 効用は消費、貯蓄の Cobb-Douglas 関数であるので、効用の単位費用 (単位支出) は次式で与えられる。

$$c_r^U = \bar{c}_r^U \left[\frac{p_r^C}{\bar{p}_r^C} \right]^{\theta_{C,r}^U} \left[\frac{p_r^{INV}}{\bar{p}_r^{INV}} \right]^{\theta_{S,r}^U} \quad \{c_r^U\}$$

4.1 単位需要・供給関数

輸出供給: 地域 r の財 i の単位輸出供給関数は次式となる。これは生産物の価格指数 p_{ir}^Y を輸出財の価格 p_{ir}^X で偏微分することで導出できる。

$$a_{ir}^{YX} = \bar{a}_{ir}^{YX} \left[\frac{p_{ir}^X / \bar{p}_{ir}^X}{p_{ir}^Y / \bar{p}_{ir}^Y} \right]^{\eta_i} \quad \{a_{ir}^X\}$$

国内供給: 同様に、地域 r の財 i の単位国内供給関数は次式となる。

$$a_{ir}^{YD} = \bar{a}_{ir}^{YD} \left[\frac{p_{ir}^D / \bar{p}_{ir}^D}{p_{ir}^Y / \bar{p}_{ir}^Y} \right]^{\eta_i} \quad \{a_{ir}^D\}$$

統合された資本への単位需要: 地域 r の部門 i における合成資本への需要は次式となる。これは VA の価格指数 p_{ir}^{VA} を合成資本の価格指数 p_{ir}^{AK} で偏微分したものである (Shephard's lemma)。

$$a_{ir}^{AK} = \bar{a}_{ir}^{AK} \left[\frac{p_{ir}^{VA} / \bar{p}_{ir}^{VA}}{p_{ir}^{AK} / \bar{p}_{ir}^{AK}} \right]^{\sigma_i^{VA}} \quad \{a_{ir}^{AK}\}$$

統合された労働への単位需要: 同様に、地域 r の部門 i における合成労働への需要は次式となる。

$$a_{ir}^{AL} = \bar{a}_{ir}^{AL} \left[\frac{p_{ir}^{VA} / \bar{p}_{ir}^{VA}}{p_{ir}^{AL} / \bar{p}_{ir}^{AL}} \right]^{\sigma_i^{VA}} \quad \{a_{ir}^{AL}\}$$

土地への単位需要 ($i \in \text{AGR}$): 地域 r の部門 i における地域 s の労働への需要。

$$a_{ir}^{\text{LND}} = \bar{a}_{ir}^{\text{LND}} \left[\frac{p_{ir}^{VA} / \bar{p}_{ir}^{VA}}{p_{ir}^{\text{LND}} / \bar{p}_{ir}^{\text{LND}}} \right]^{\sigma_i^{VA}} \quad \{a_{ir}^{\text{LND}}\}_{i \in \text{AGR}}$$

各地域の資本への単位需要: 地域 r の部門 i における土地への需要。

$$a_{isr}^K = \bar{a}_{isr}^K \left[\frac{c_{ir}^{\text{AK}} / \bar{c}_{ir}^{\text{AK}}}{(1 + t_s^K) p_s^K / [(1 + \bar{t}_s^K) \bar{p}_s^K]} \right]^{\sigma_i^K} \quad \{a_{isr}^K\}$$

各地域の労働への単位需要: 地域 r の部門 i における地域 s の労働への需要。

$$a_{isr}^L = \bar{a}_{isr}^L \left[\frac{c_{ir}^{\text{AL}} / \bar{c}_{ir}^{\text{AL}}}{(1 + t_s^L) p_s^L / [(1 + \bar{t}_s^L) \bar{p}_s^L]} \right]^{\sigma_i^L} \quad \{a_{isr}^L\}$$

輸入財への単位需要: 地域 r における財 i の輸入需要。

$$a_{ir}^M = \bar{a}_{ir}^M \left[\frac{c_{ir}^A / \bar{c}_{ir}^A}{p_{ir}^M / \bar{p}_{ir}^M} \right]^{\sigma_i^{\text{DM}}} \quad \{a_{ir}^M\}$$

統合された国内財への単位需要: 地域 r における国内財 i に対する需要。

$$a_{ir}^{\text{AD}} = \bar{a}_{ir}^{\text{AD}} \left[\frac{c_{ir}^A / \bar{c}_{ir}^A}{p_{ir}^{\text{AD}} / \bar{p}_{ir}^{\text{AD}}} \right]^{\sigma_i^{\text{DM}}} \quad \{a_{ir}^{\text{AD}}\}$$

国内財への単位需要: 地域 r の地域 s で生産された国内財 i に対する需要。

$$a_{isr}^D = \bar{a}_{isr}^D \left[\frac{c_{ir}^{AD} / \bar{c}_{ir}^{AD}}{p_{is}^D / \bar{p}_{is}^D} \right]^{\sigma_i^{DD}} \quad \{a_{isr}^D\}$$

消費需要: 地域 r の財 i への消費需要。

$$a_{ir}^{CC} = \bar{a}_{ir}^{CC} \frac{c_r^C / \bar{c}_r^C}{p_{ir}^A / \bar{p}_{ir}^A} \quad \{a_{ir}^{CC}\}$$

統合された消費への単位需要: 地域 r の消費需要。

$$a_r^C = \bar{a}_r^C \frac{c_r^U / \bar{c}_r^U}{p_r^C / \bar{p}_r^C} \quad \{a_r^C\}$$

貯蓄の単位需要: 地域 r の貯蓄需要 (投資財の需要)。

$$a_r^S = \bar{a}_r^S \frac{c_r^U / \bar{c}_r^U}{p_r^{INV} / \bar{p}_r^{INV}} \quad \{a_r^S\}$$

各財に対する政府支出需要: 地域 r の財 i への政府支出のための需要。

$$a_{ir}^{GOV} = \bar{a}_{ir}^{GOV} \frac{c_r^G / \bar{c}_r^G}{p_{ir}^A / \bar{p}_{ir}^A} \quad \{a_{ir}^{GOV}\}$$

4.2 ゼロ利潤条件

以下では、基本的に左辺が単位費用、右辺が単位収入を表す。

生産活動: 部門 i の生産活動。単位費用は c_{ir}^Y 、生産者価格は $(1 - t_{ir}^Y)p_{ir}^Y$ で与えられた。よって、ゼロ利潤条件は

$$c_{ir}^Y \geq (1 - t_{ir}^Y)p_{ir}^Y \quad \{Y_{ir}\}$$

与えられる。不等号を含めているのは、 Y_{ir} がゼロになるようなケースも考慮するためである。つまり、上の条件は、 $Y_{ir} > 0$ となるなら $c_{ir}^Y = (1 - t_{ir}^Y)p_{ir}^Y$ が成立し、 $c_{ir}^Y > (1 - t_{ir}^Y)p_{ir}^Y$ なら $Y_{ir} = 0$ が成立するという条件である。以下でも、活動水準がゼロとなるようなケースを考慮するため不等号を含めて記述していく。

労働統合: 地域 r の部門 i における各地域から供給される労働の統合。

$$c_{ir}^{AL} \geq p_{ir}^{AL} \quad \{AL_{ir}\}$$

資本統合: 地域 r の部門 i における各地域から供給される資本の統合。

$$c_{ir}^{AK} \geq p_{ir}^{AK} \quad \{AK_{ir}\}$$

Armington 統合: 地域 r の財 i についても Armington 統合。

$$c_{ir}^A \geq p_{ir}^A \quad \{A_{ir}\}$$

国内財統合: 地域 r の財 i についての国内財の統合。

$$c_{ir}^{\text{AD}} \geq p_{ir}^{\text{AD}} \quad \{\text{AD}_{ir}\}$$

輸入: 地域 r の財 i の輸入。1 単位の foreign exchange が e_{ir}^T 単位の財 i となる (ただし、 e_{ir}^T のデフォルト値は 1)。1 単位の foreign exchange を得るための費用は $(1 + t_{ir}^M)p^{\text{FX}}$ 、それを財 i にかえたときの価値は $e_{ir}^T p_{ir}^M$ 。よって輸入活動のゼロ利潤条件は次式となる。

$$(1 + t_{ir}^M)p^{\text{FX}} \geq e_{ir}^T p_{ir}^M \quad \{M_{ir}\}$$

輸出: 地域 r の財 i の輸出。財 i を一単位輸出することで、 $e_{ir}^{\text{TOT}} e_{ir}^T$ 単位の foreign exchange が得られる (e_{ir}^{TOT} も e_{ir}^T もデフォルトでは 1)。財 i を一単位輸出するための費用は p_{ir}^X 、それで得られる foreign exchange の価値は $e_{ir}^{\text{TOT}} e_{ir}^T p^{\text{FX}}$ 。よって、輸出活動のゼロ利潤条件は次式となる。

$$p_{ir}^X \geq e_{ir}^{\text{TOT}} e_{ir}^T p^{\text{FX}} \quad \{X_{ir}\}$$

消費: 地域 r の消費。

$$c_r^C \geq p_r^C \quad \{C_r\}$$

効用: 地域 r の効用。

$$c_r^U \geq p_r^U \quad \{U_r\}$$

投資財生産: 地域 r の投資財生産。

$$c_r^{\text{INV}} \geq p_r^{\text{INV}} \quad \{\text{INV}_r\}$$

政府支出: 地域 r の政府支出。

$$c_r^G \geq p_r^G \quad \{G_r\}$$

4.3 市場均衡条件

以下では市場均衡条件を提示する。基本的に左辺が供給を、右辺が需要を表すように記述している。

国内財: 地域 r の国内財 i の市場。国内財は国内の様々な地域で利用される。需要は各地域の需要 $a_{irs}^D \text{AD}_{is}$ を足し合わせたものとなる。

$$a_{ir}^{\text{YD}} Y_{ir} \geq \sum_s a_{irs}^D \text{AD}_{is} \quad \{p_{ir}^D\}$$

輸出財: 地域 r の輸出財 i の市場。

$$a_{ir}^{\text{YX}} Y_{ir} \geq X_{ir} \quad \{p_{ir}^X\}$$

輸入財: 地域 r の輸入財 i の市場。需要は Armington 統合からの需要。

$$e_{ir}^T M_{ir} \geq a_{ir}^M A_{ir} \quad \{p_{ir}^M\}$$

統合された国内財: 地域 r の合成国内財の市場。

$$AD_{ir} \geq a_{ir}^{AD} A_{ir} \quad \{p_{ir}^{AD}\}$$

Armington 財: Armington 財の市場。需要は消費需要、投資需要、政府支出需要、中間需要からなる。

$$A_{ir} \geq a_{ir}^{CC} C_{ir} + \bar{a}_{ir}^{INV} INV_r + a_{ir}^{GOV} G_r + \sum_j \bar{a}_{ijr}^I Y_{jr} \quad \{p_{ir}^A\}$$

投資財: 投資財は家計の貯蓄のために需要される。

$$INV_r \geq a_r^S U_r \quad \{p_r^{INV}\}$$

消費:

$$C_r \geq a_r^C U_r \quad \{p_r^C\}$$

政府支出: 政府支出への需要は外生的に一定。

$$G_r \geq \bar{G}_r \quad \{p_r^G\}$$

労働: 地域 r の労働の市場。

$$\bar{E}_r^L \geq \sum_s a_{irs}^L AL_{is} \quad \{p_r^L\}$$

資本: 地域 r の資本の市場。

$$\bar{E}_r^K \geq \sum_s a_{irs}^K AK_{is} \quad \{p_r^K\}$$

土地 ($i \in AGR$): 地域 r の土地の市場。土地は農林水産業のみで利用される特殊要素である。

$$\bar{E}_{ir}^{LND} \geq a_{ir}^{LND} Y_{ir} \quad \{p_{ir}^{LND}\}_{i \in AGR}$$

統合された労働:

$$AL_{ir} \geq a_{ir}^{AL} Y_{ir} \quad \{p_{ir}^{AL}\}$$

統合された資本:

$$AK_{ir} \geq a_{ir}^{AK} Y_{ir} \quad \{p_{ir}^{AK}\}$$

外国為替:

$$\sum_{i,r} e_{ir}^{TOT} e_{ir}^T X_{ir} \geq \sum_{i,r} M_{ir} \quad \{p^{FX}\}$$

効用:

$$M_r^H \geq p_r^U U_r \quad \{p_r^U\}$$

4.4 所得

中央政府のネットの収入: 中央政府のネットの収入は税収 (生産税、資本所得税、労働所得税、輸入商品税、関税) から貿易収支の黒字 (海外へのキャピタルフロー) を差し引いたものに等しい。これは全て国内の家計へトランスファーされる。

$$M^G = \sum_{i,r} t_{ir}^Y p_{ir}^Y Y_{ir} + \sum_{i,r,s} t_{ir,s}^K p_r^L a_{irs}^K A K_{is} + \sum_{i,r,s} t_{ir,s}^L p_r^K a_{irs}^L A L_{is} \\ + \sum_{i,r} t_{ir}^M p^{\text{FX}} e_{ir}^T M_{ir} - p^{\text{FX}} \text{BOP}$$

家計の支出: 各地域の家計の消費・貯蓄支出は要素所得と政府からのトランスファーから政府支出を差し引いたものに等しい。

$$M_r^H = p_r^L \bar{E}_r^L + p_r^K \bar{E}_r^K + \sum_{i \in \text{AGR}} p_{ir}^{\text{LND}} \bar{E}_{ir}^{\text{LND}} + \theta_r^T M^G - p_r^G G_r$$

$\theta_r^T M^G$ が政府からのトランスファーを表す。 θ_r^T は政府のトランスファーのうち地域 r に与えられるシェア (定数) を表している。

参考文献

Rutherford, Thomas F. (1998) "CES Preferences and Technology: A Practical Introduction." in "Economic Equilibrium Modeling with GAMS: An Introduction to GAMS/MCP and GAMS/MPSGE (GAMS/MPSGE Solver Manual)", pp. 89-115, (available at: <http://www.gams.com/docs/solver/mpsge.pdf>).

武田史郎 (2007) 「『貿易政策を対象とした応用一般均衡分析』の補論」, 3月.
<http://shirotakeda.org/>.

武田史郎・伴金美 (2008) 「貿易自由化の効果における地域間格差: 地域間産業連関表を利用した応用一般均衡分析」, 5月.