『貿易政策を対象とした応用一般均衡分析』の補論

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>

2007 年 3 月

概 要

この補論では，武田 (2007) (以下，主論文と呼ぶ) の第 6 節で利用されているモデル，データ，パラメータについて説明をおこなう．

[履歴]
2008/01/24: 第 1 節の誤りを修正.

目 次

*Email: zbc08106@park.zero.ad.jp

1 LGMC で企業規模が一定となる証明

主論文の第 4.5 節で，モデルが LGMC で，かつ費用関数が

$$c^T = \omega(aq + f) \tag{1}$$

で与えられるとき，企業規模が一定となると指摘した．これは以下のように示すことができる．まず，(1) 式の費用関数より，利潤最大化条件は

$$p(1 - \mu) = \omega a$$

となる．ωa は限界費用である．これよりマークアップ率 μ が一定なら，$\omega a/p$ も一定になる．

一方，ゼロ利潤条件より収入＝総費用であるので，

$$pq = \omega(aq + f)$$

が成り立つ．これを書き換えると，

$$p/(\omega a) = 1 + f/(aq)$$

となるが，先程みたようにマークアップ率一定なら $p/(\omega a)$ は一定であるし，固定投入物 f も一定であるので，結局各企業の生産量 q も一定となる．

2 モデル

以下では，主論文の第 6 節のシミュレーションで利用しているモデルを説明する．モデルは 10 部門， 12 地域の静学的一般均衡モデルである．モデルで考慮している部門，地域は表 1，表 2 の部門，地域である．モデルの種類としては，一つの完全競争モデルと 8 つの不完全競争モデルを考えている．以下ではまず完全競争モデルを説明し，その後不完全競争モデルの説明をおこなう．次のように記号を定義して説明を進める．

- $i, j \cdots$ 部門・財のインデックス[1]
- $r, s, r' \cdots$ 地域のインデックス
- $v, v', l \cdots$ 企業 (variety) のインデックス
- $f \cdots$ 本源的要素のインデックス
- $I \cdots$ 部門・財の集合
- $C \cdots$ 完全競争部門の集合
- $K \cdots$ 不完全競争部門の集合
- $R \cdots$ 地域の集合
- cgd $\cdots$ 投資財のインデックス
- $z\ (\in R) \cdots$ ベンチマークにおいて消費額が最も多い地域を表すインデックス

2.1 完全競争モデル (CRTS モデル)

完全競争のモデル (CRTS モデル) には，GTAP の標準的なモデル (Hertel, 1997) とほぼ同じようなモデルを利用している．ただし，幾つか相異点もある．まず，GTAP モデルでは貯蓄，投資が内生的に変化するが，本稿のモデルではベンチマークの値で固定されている[2]．第二に，GTAP モデルでは厚生 (代表的家計の効用) は民間消費，政府支出，貯蓄の 3 つに依存しているが，本稿のモデルでは民間消費と政府支出を統合して最終消費として扱い，厚生はこの最終消費のみに依存すると仮定してい

[1] 一部門は一つの財を生産するので，部門と財の間には一対一の関係がある．

[2] 厳密に言えば，実質貯蓄，実質投資が固定されている．名目の貯蓄額，投資額は貯蓄，投資の価格指数が変化にともない変化する．

表 1: 部門のリスト

部門	説明	GTAP での部門
AGR	Primary agriculture	PDR, WHT, GRO, V_F, OSD, C_B, OCR, CTL, OAP, RMK, WOL, FSH, CMT
PAG	Processed agriculture	PFB, OMT, VOL, MIL, PCR, SGR, OFD, B_T
NAT	Natural resources	FRS, COA, OIL, GAS, OMN
TAL	Textiles, apparel and leather	TEX, WAP, LEA
CRP	Chemical, rubber and plastic products	CRP
WOO	Wood products	LUM
MVP	Motor vehicles and parts	MVH
OME	Other manufacturing and equipment	OTM, ELE, OME, OMF
OMF	Other manufacturing products (nec)	PPP, P_C, NMM, I_S, NFM, FMP
SER	Services sector	ELY, GDT, WTR, CNS, TRD, OTP, WTP, ATP, CMN, OFI, ISR, ISR, OBS, ROS, OSG, DWE

表 2: 地域のリスト

地域	説明	GTAP での地域
EAS	East Asia (Japan, Korea, Taiwan)	JPN, KOR, TWN, XEA
CHN	China and Hong-Kong	CHN, HKG
IDN	Indonesia	IDN
MYS	Malaysia	MYS
PHL	Philippines	PHL
SGP	Singapore	SGP
THA	Thailand	THA
VNM	Vietnam	VNM
RAS	Rest of Asia	XSE, BGD, IND, LKA, XSA
EUR	Europe	AUT, BEL, DNK, FIN, FRA, DEU, GBR, GRC, IRL, ITA, LUX, NLD, PRT, ESP, SWE, CHE, XEF, XER, ALB, BGR, HRV, CYP, CZE, HUN, MLT, POL, ROM, SVK, SVN, EST, LVA, LTU
AMC	American Continents	CAN, USA, MEX, XNA, COL, PER, VEN, XAP, ARG, BRA, CHL, URY, XSM, XCA, XFA, XCB
ROW	Rest of the world	RUS, XSU, TUR, XME, MAR, TUN, XNF, BWA, ZAF, XSC, MWI, MOZ, TZA, ZMB, ZWE, XSD, MDG, UGA, XSS

る．第三に，GTAP モデルでは消費の統合は CDE 関数によっておこなわれているが，本稿のモデルでは Cobb-Douglas 型を仮定している．最後に，GTAP モデルでは Armington 統合 (国内財と輸入財の統合) が用途別におこなわれているが，本稿のモデルでは用途で区別せずに一括でおこなわれている．他にも細かな違いは存在するが，以上が主な相異点である．

以下では，経済を様々な活動に分けて考えていく．活動としては，生産，消費，Armington 統合，国際輸送がある[3]．これらの活動は収穫一定の技術と完全競争の下で利潤最大化を目的としておこなわれると仮定される．

[3]消費は効用を生みだす活動であるので生産活動の一種として捉える．

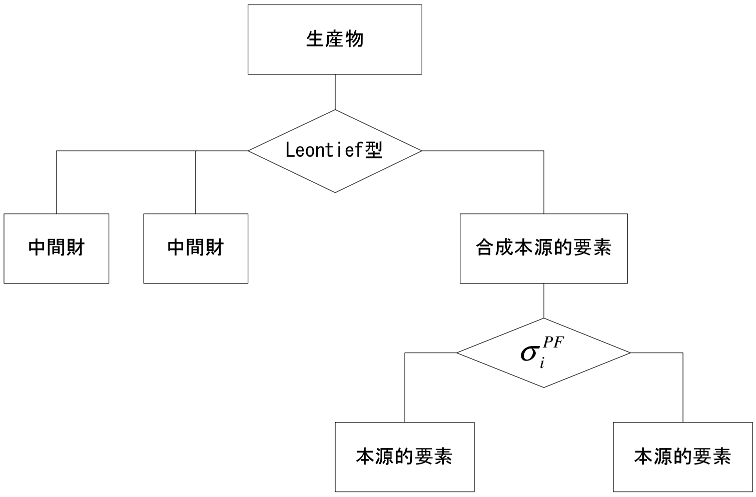

図 1: 生産関数

2.1.1 生産活動

企業は CRTS (規模に関して収穫一定) の技術の下で中間財，本源的要素を投入し生産をおこなう．企業は利潤の最大化を目的とし生産量 (中間財，本源的要素の投入量) を決定する．本源的要素としては資本，熟練労働，非熟練労働，土地の 4 つを考えている．全ての市場は完全競争市場であるとし，全ての企業は価格受容者 (price taker) として行動する．生産関数には，貿易 CGE モデルでよく利用される図 1 の形の入れ子型 CES 関数を仮定する．図 1 の生産関数では，まず 4 つの本源的要素が CES 関数を通じて統合され，合成本源的要素 (composite primary factor) となる．そして，その合成本源的要素と中間財が Leontief 型で投入されることで生産がおこなわれる．図の σ_i^{PF} は本源的要素間の代替の弾力性を表している．

以下，この生産関数を数式で表現しよう．Y_{ir} を部門 i の生産物，Q_{jir}^{I} を部門 i の中間財 j の投入量，Q_{ir}^{PF} を部門 i の合成本源的要素の投入量，$\bar{a}_{jir}^{I}$ を中間財 j の固定投入係数，$\bar{a}_{ir}^{\mathrm{PF}}$ を合成本源的要素の固定投入係数とすると，生産関数は次式で表すことができる．

$$Y_{ir} = Y_{ir}(\{Q_{jir}^{I}\}_{j\in I}, Q_{ir}^{\mathrm{PF}}) = \min \left[\left\{ \frac{Q_{jir}^{I}}{\bar{a}_{jir}^{I}} \right\}_{j\in I}, \frac{Q_{ir}^{\mathrm{PF}}}{\bar{a}_{ir}^{\mathrm{PF}}} \right] \tag{2}$$

さらに，合成本源的要素は各本源的要素を CES 型関数で統合したものであるので，Q_{fir}^{F} を部門 i の本源的要素 f の投入量とすると，次のように表現できる．

$$Q_{ir}^{\mathrm{PF}} = Q_{ir}^{\mathrm{PF}}(\{Q_{fir}^{F}\}) = \left[\sum_{f} \alpha_{fir}^{F} (Q_{fir}^{F})^{\frac{\sigma_i^{\mathrm{PF}}-1}{\sigma_i^{\mathrm{PF}}}} \right]^{\frac{\sigma_i^{\mathrm{PF}}}{\sigma_i^{\mathrm{PF}}-1}} \tag{3}$$

利潤最大化行動は費用最小化行動を意味するので，(2) 式より生産の費用関数を定義することができる．さらに，ここでは CRTS の仮定を置いているので，単位費用関数，つまり生産量一単位当たり

の費用関数を定義できる．

$$\begin{aligned} c_{ir}^Y &\equiv \min_{\{Q_j^I\},Q^{\mathrm{PF}}} \left[\sum_j \tilde{p}_{Ijir}^A Q_j^I + p_{ir}^{\mathrm{PF}} Q^{\mathrm{PF}} \mid Y_{ir}(\{Q_j^I\}, Q^{\mathrm{PF}}) = 1\right] \\ &= \sum_j \tilde{p}_{Ijir}^A \bar{a}_{jir}^I + p_{ir}^{\mathrm{PF}} \bar{a}_{ir}^{\mathrm{PF}} \end{aligned}$$

$\tilde{p}_{Ijir}^A$ は中間財 j の生産者価格，p_{ir}^{PF} は部門 i における合成本源的要素の価格指数を表している．中間財 j の市場価格を p_{jr}^A[4]，部門 i の中間財 j の投入に対する税率を t_{jir}^I とすると，$\tilde{p}_{Ijir}^A = (1+t_{jir}^I)p_{jr}^A$ である．中間財，合成本源的要素の間には Leontief 型の関係を仮定しているので，単位費用関数は両者の価格の線型関数となる．

同様に，費用最小化行動より 4 つの本源的要素の投入は費用を最小化するように選択される．よって， (3) 式から合成本源的要素の価格指数 (一単位の合成本源的要素を得るために必要な最小の費用) を定義できる．

$$\begin{aligned} p_{ir}^{\mathrm{PF}} &\equiv \min_{\{Q_f^F\}} \left[\sum_f \tilde{p}_{fir}^F Q_f^F \mid Q_{ir}^{\mathrm{PF}}(\{Q_f^F\}) = 1\right] \\ &= \left[\sum_f (\alpha_{fir}^F)^{\sigma_i^{\mathrm{PF}}} (\tilde{p}_{fir}^F)^{1-\sigma_i^{\mathrm{PF}}}\right]^{\frac{\sigma_i^{\mathrm{PF}}}{\sigma_i^{\mathrm{PF}}-1}} \end{aligned} \tag{4}$$

$\tilde{p}_{fir}^F$ は本源的要素 f の生産者価格であり，p_{fr}^F を本源的要素 f の市場価格，t_{fir}^F を部門 i の本源的要素 f の投入に対する税率とすると，$(1+t_{fir}^F)p_{fr}^F$ に等しい．

次に産出サイドについて考えよう．CGE 分析ではしばしば国内供給向けの財と輸出供給向けの財が不完全代替であると仮定されるが，ここではそのような仮定は置かず，供給先は異なっても財は完全代替であると仮定する．よって，生産物の市場価格は単一の価格 p_{ir}^Y で表すことができる．生産には税率 t_{ir}^Y の税金が課されるので，生産物の生産者価格 (生産者が受けとる価格) は $(1-t_{ir}^Y)p_{ir}^Y$ となる．

以上の前提のもとで生産者の利潤最大化問題を考えよう．この部門 i の利潤は次式で表される．

$$\pi_{ir} = \left[(1-t_{ir}^Y)p_{ir}^Y - c_{ir}^Y\right] Y_{ir}$$

これより，利潤最大化の条件は次式で与えられる

$$\frac{\partial \pi_{ir}}{\partial Y_{ir}} = 0: \;\; c_{ir}^Y = (1-t_{ir}^Y)p_{ir}^Y$$

利潤最大化条件は一般には「限界費用＝限界収入」で与えられるが，ここでは完全競争を仮定しているので「限界収入＝価格」であり，さらに CRTS の技術の仮定から「限界費用＝単位費用」が成り立つので，上のように「単位費用＝価格」，つまり「ゼロ利潤条件」が利潤最大化条件となる．

最後に，生産活動の投入物に対する需要関数を導出しておこう．まず，中間財 j に対する需要は Leontief 型の仮定より，投入係数×生産量，すなわち $\bar{a}_{jir}^I Y_{ir}$ となる．一方，本源的要素への需要は費用関数，価格指数に Shephard の補題を適用することで導出できる[5]．a_{fir}^F を本源的要素 f への単位需要 (生産物一単位当りの需要) とすると，これは Shephard の補題より次式に等しい．

$$a_{fir}^F = \frac{\partial c_{ir}^Y}{\partial \tilde{p}_{fir}^F} = \frac{\partial c_{ir}^Y}{\partial p_{ir}^{\mathrm{PF}}} \frac{\partial p_{ir}^{\mathrm{PF}}}{\partial \tilde{p}_{fir}^F} = \bar{a}_{ir}^{\mathrm{PF}} \left[\frac{\alpha_{fir}^F p_{ir}^{\mathrm{PF}}}{\tilde{p}_{fir}^F}\right]^{\sigma_i^{\mathrm{PF}}} \tag{5}$$

---

[4]中間財とは中間投入に用いられる Armington 財のことなので，中間財 j の市場価格 p_{jr}^A とは Armington 財 j の価格のことである．

[5]Shephard の補題については奥野・鈴村 (1985, p.96)，Varian (1992, p.74)，Mas-Colell et al. (1995, p.141) 等を参照されたい．

部門 i の本源的要素 f への総需要はこの単位需要に生産量をかけあわせたもの，すなわち $a^F_{fir}Y_{ir}$ で与えられる．

2.1.2 消費

最終需要としては,「民間消費」,「政府支出」等があるが，本稿では政府支出は民間消費と合わせて最終消費として扱い，さらにこの最終消費は代表的家計の効用最大化行動から導出されるものと仮定する．代表的家計の効用関数は以下のような Cobb-Douglas 型関数と仮定する．

$$U_r = U_r(\{C_{ir}\}) = \prod_i (C_{ir})^{\theta^C_{ir}}$$

U_r は効用水準，C_{ir} は財 i の最終消費量である．

効用関数が一次同次な関数であるので，効用の単位費用関数 (c^U_r) を定義することができる[6]．

$$c^U_r \equiv \min_{\{C_i\}} \left[\sum_i \tilde{p}^A_{Cir} C_i \mid U_r(\{C_i\}) = 1 \right] = \prod_i \left[\frac{\tilde{p}^A_{ir}}{\theta^C_{ir}} \right]^{\theta^C_{ir}}$$

$\tilde{p}^A_{Cir}$ は財 i の消費者価格であり，消費財 i の市場価格を p^A_{ir}[7]，消費財 i に対する消費税率を t^C_{ir} とすると，$(1+t^C_{ir})p^A_{ir}$ に等しい．単位費用関数は一単位の効用を得るのに必要な最小費用 (支出) を表している．

消費を効用を生産する活動と捉えるなら，この消費活動についての利潤最大化条件は，生産活動のケースと同様に「単位費用＝価格」で表すことができる．

$$c^U_r = p^U_r$$

ただし，p^U_r は効用の価格指数 (一単位の効用の価格) である．

また，H_r を消費に対する支出額 (所得のうち消費に費やすもの) とすると，効用水準を次式で表すことができる．

$$U_r = H_r / p^U_r$$

これは支出 (所得) を効用の価格指数で割ったものが効用水準に等しくなるということを意味している．

投入物に対する需要を求めたときと同様に，効用の単位費用関数に Shephard の補題を適用することで，単位補償需要を導出することができる．

$$a^C_{ir} = \frac{\partial c^U_r}{\partial \tilde{p}^A_{Cir}} = \frac{\theta^C_{ir} c^U_r}{\tilde{p}^A_{Cir}}$$

$a^C_{ir}U_r$ が財 i に対する総消費需要を表すことになる．

2.1.3 投資

最終需要としては消費に加え投資需要もあるが，本稿では各地域の投資 INV_r はベンチマークのレベルで外生的に一定と仮定する[8]．投資財の生産は，GTAP モデルと同様に他の通常の財の生産と全く同じように扱われる．ただし，投資財の生産には本源的要素は用いられないので，投資財は各財を Leontief 型で投入して生産されたものとなる．

---

[6] 普通はこれを単位支出関数と呼ぶが，ここでは消費を効用を生産する活動と捉えるので生産のときと同じ単位費用という言葉を使っている．

[7] 消費財 i というのは消費に利用される Armington 財 i のことなので，消費財 i の価格とは Armington 財 i の価格のことである．

[8] これは実質の投資額のはなしである．名目の投資支出 $p^{\mathrm{INV}}_r\mathrm{INV}_r$ は投資財の価格 p^{INV}_r の変化に伴ない変化する．

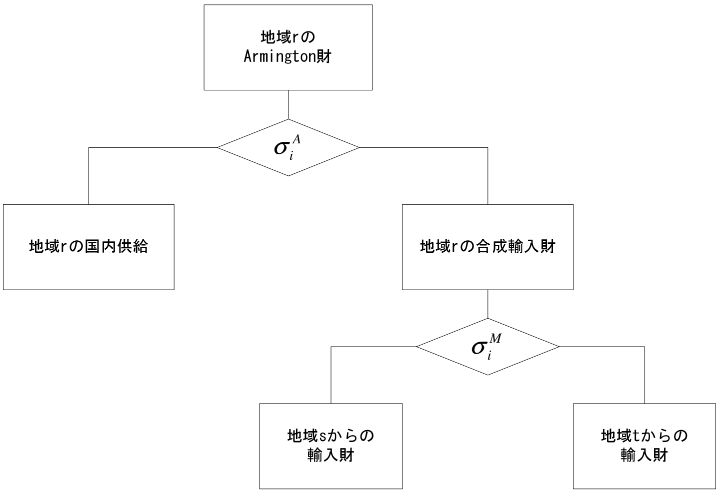

図 2: CRTS モデルにおける Armington 統合

2.1.4　国際貿易

他の CGE 分析と同様に，本稿でも cross-hauling を説明するため Armington 仮定を採用する (Armington, 1969)．Armington 仮定とは，異なった地域で生産された財を不完全代替でみなす仮定である．異なった生産地の財は CES 型関数を通じて統合されるのであるが，ここでは GTAP モデルと同様に二段階で統合をおこなう．すなわち，まず異なった地域からの輸入財を統合し合成輸入財 (composite import) を求め，その上で合成輸入財と国内財を統合するという形式にする．この二段階の統合は図 2 で表されている．σ_{ir}^A は国内財と合成輸入財の間の代替の弾力性，σ_{ir}^M は輸入財間の代替の弾力性である．以下では，国内財と輸入財が統合された財を 「Armington 財」と呼ぶことにする．また，国内財と輸入財の統合のことを Armington 統合と呼ぶ．Armington 財は中間投入，最終消費，及び投資に利用される．

以下，Armington 統合，輸入財の統合を数式で表現しよう．まず，異なった地域からの輸入財の統合は次のように表現できる．

$$\mathrm{AM}_{ir} = \mathrm{AM}_{ir}(\{M_{isr}\}_s) = \left[\sum_s \alpha_{isr}^M (M_{isr})^{\frac{\sigma_i^M - 1}{\sigma_i^M}}\right]^{\frac{\sigma_i^M}{\sigma_i^M - 1}} \tag{6}$$

AM_{ir} は地域 r の合成輸入財 i の量，M_{isr} は地域 r の地域 s からの財 i の輸入を表している．

さらに，合成輸入財 AM_{ir}，国内財 AD_{ir} と Armington 財 A_{ir} の関係は次のように表せる．

$$A_{ir} = A_{ir}(\mathrm{AD}_{ir}, \mathrm{AM}_{ir}) = \left[\alpha_{ir}^{\mathrm{AD}} (\mathrm{AD}_{ir})^{\frac{\sigma_i^A - 1}{\sigma_i^A}} + (\alpha_{ir}^{\mathrm{AM}})(\mathrm{AM}_{ir})^{\frac{\sigma_i^A - 1}{\sigma_i^A}}\right]^{\frac{\sigma_i^A}{\sigma_i^A - 1}}$$

この Armington 統合，輸入財の統合といった活動についても生産活動と同様に利潤最大化行動に従いおこなわれると仮定する[9]．よって，各活動について単位費用関数を定義することができる．ま

[9]ただし，CRTS の仮定を置いているので，均衡では利潤はゼロとなる．これは生産活動で利潤がゼロになるのと同じである．

ず，輸入財統合の単位費用は次式で与えられる．

$$c_{ir}^{\mathrm{AM}} \equiv \min \left[\sum_s \tilde{p}_{isr}^M M_{is} \mid \mathrm{AM}_{ir}(\{M_{is}\}_s) = 1 \right] = \left[\sum_s (\alpha_{isr}^M)^{\sigma_i^M} (\tilde{p}_{isr}^M)^{1-\sigma_i^M} \right]^{\frac{1}{1-\sigma_i^M}} \tag{7}$$

$\tilde{p}_{isr}^M$ は地域 s から地域 r への輸入財の価格である．この輸入財の価格には，輸出補助金，関税，輸送費用が含まれている．t_{isr}^X と t_{isr}^M をそれぞれ地域 s から地域 r への財に対する輸出補助金率，関税率とする．また，τ_{isr} を地域 s から地域 r への一単位の輸入に必要な輸送サービスの量とし，p^T を輸送サービスの価格とする．すると，輸入財の CIF 価格は

$$\tilde{p}_{isr}^X = (1 - t_{isr}^X) p_{isr}^Y + p^T \tau_{isr}$$

と表現できる．ここに関税を上乗せしたものが $\tilde{p}_{isr}^M$ となる．

$$\tilde{p}_{isr}^M = (1 + t_{isr}^M) \tilde{p}_{isr}^X$$

同様に，Armington 統合の単位費用を次のように定義できる．

$$\begin{aligned} c_{ir}^A &\equiv \min \left[p_{ir}^Y \mathrm{AD} + p_{ir}^{\mathrm{AM}} \mathrm{AM} \mid A_{ir}(\mathrm{AD}, \mathrm{AM}) = 1 \right] \\ &= \left[(\alpha_{ir}^{\mathrm{AD}})^{\sigma_i^A} (p_{ir}^Y)^{1-\sigma_i^A} + (\alpha_{ir}^{\mathrm{AM}})^{\sigma_i^A} (p_{ir}^{\mathrm{AM}})^{1-\sigma_i^A} \right]^{\frac{1}{1-\sigma_i^A}} \end{aligned}$$

ただし，p_{ir}^Y は地域 r における国内財の価格，p_{ir}^{AM} は地域 r の合成輸入財の価格指数である．

輸入財統合活動の利潤は $(p_{ir}^{\mathrm{AM}} - c_{ir}^{\mathrm{AM}})\mathrm{AM}_{ir}$ で与えられるので，利潤最大化条件は

$$c_{ir}^{\mathrm{AM}} = p_{ir}^{\mathrm{AM}}$$

となる．同様に，p_{ir}^A を Armington 財の価格とすると，Armington 統合活動の利潤最大化条件は次式で与えらえる．

$$c_{ir}^A = p_{ir}^A$$

どちらの活動についても，ゼロ利潤条件 (単位費用＝価格) が利潤最大化条件となる．

単位費用関数より，国内財，輸入財に対する単位需要関数を導出することができる．まず，財 i の地域 s からの輸入に対する単位需要は次式となる．

$$a_{isr}^M = \frac{\partial c_{ir}^{\mathrm{AM}}}{\partial \tilde{p}_{isr}^M} = \left[\frac{\alpha_{isr}^M c_{ir}^{\mathrm{AM}}}{\tilde{p}_{isr}^M} \right]^{\sigma_i^M} \tag{8}$$

地域 r の地域 s からの輸入に対する総需要は $a_{isr}^M \mathrm{AM}_{ir}$ で与えられる．

同様に，Armington 統合活動の国内財，合成輸入財への単位需要は次式で与えられる．

$$a_{ir}^{\mathrm{AD}} = \frac{\partial c_{ir}^A}{\partial p_{ir}^Y} = \left[\frac{\alpha_{ir}^{\mathrm{AD}} c_{ir}^A}{p_{ir}^Y} \right]^{\sigma_i^A}$$

$$a_{ir}^{\mathrm{AM}} = \frac{\partial c_{ir}^A}{\partial p_{ir}^{\mathrm{AM}}} = \left[\frac{\alpha_{ir}^{\mathrm{AM}} c_{ir}^A}{p_{ir}^{\mathrm{AM}}} \right]^{\sigma_i^A}$$

2.1.5　国際輸送部門

GTAP モデルと同様に，国際間の輸送サービスを提供する国際輸送部門が存在すると仮定する．国際輸送部門は各国から投入物の供給を受け，Cobb-Douglas 型生産関数によって輸送サービスを生産する．よって，Q^T_{ir} を地域 r の財 i の国際輸送部門への投入物の供給とすると，輸送部門の生産量 Y^T は次のように表される．

$$Y^T = \prod_{i,r} (Q^T_{ir})^{\theta^T_{ir}}$$

この国際輸送活動も CRTS 技術の下で利潤最大化行動をとるので，輸送サービスの単位費用関数 c^T を定義できる．

$$c^T = \min \left[p^Y_{ir} Q^T_{ir} | Y^T = 1 \right] = \prod_{i,r} \left[\frac{p^Y_{ir}}{\theta^T_{ir}} \right]^{\theta^T_{ir}}$$

p^T を国際輸送サービスの価格とすると，国際輸送活動の利潤最大化条件は次式となる．

$$c^T = p^T$$

輸送サービスの単位費用関数に Shephard の補題を適用すれば，国際輸送部門の単位投入需要を導出できる．

$$a^T_{ir} = \frac{\partial c^T}{\partial p^T_{ir}} = \frac{\theta^T_{ir} c^T}{p^Y_{ir}}$$

一方，輸送サービスに対する需要側については，地域 s から地域 r への一単位の輸入に必要な輸送サービスの量が τ_{isr} (固定) で表されたので，地域 s から地域 r への財 i の輸入にともなう輸入輸送サービスに対する需要は次式で与えられる．

$$\tau_{isr} a^M_{isr} \mathrm{AM}_{ir}$$

これを全ての i，r，s について足し合わせたものが，輸送サービスへの総需要となる．

2.2　不完全競争モデル (IRTS モデル)

次に不完全競争モデル (IRTS モデル) について説明しよう．本稿では表 3 にある 8 つの不完全競争モデルをとりあげる．

なお，不完全競争モデルといっても農産物部門 (AGR と PAG) については CRTS 部門であるとする．これは他の不完全競争 CGE モデルでも普通利用される仮定である．CRTS 部門については完全競争モデルと全く同じである．ただし，感応度分析では全ての部門が IRTS 部門であるケースも扱っている．

2.2.1　モデル CD

表 3 のモデル PC は前節で説明した CRTS モデル (完全競争＋収穫一定の技術のモデル) であり，その他の 8 つのモデルが IRTS モデル (不完全競争＋規模の経済性のモデル) である．IRTS モデルは全てモデル CD の仮定を変更する形で導出される．よってまず最初にモデル CD の構造を説明し，その後他のモデルで仮定がどう修正されるかを説明する．モデル CD の基本的な構造は独占的競争モデルであり，その特徴は以下の通りである．

表 3: 分析するモデルのリスト

モデル名	説明
モデル PC	完全競争モデル
モデル CD	Cournot モデル
モデル LGMC	Large group monopolistic competition モデル
モデル CH	同質的な variety を仮定した Cournot モデル
モデル CF	企業数を固定した Cournot モデル
モデル QCV	推測変分モデル
モデル BD	Bertrand モデル
モデル IC	統合市場を仮定した Cournot モデル
モデル IB	統合市場を仮定した Bertrand モデル

A1: 企業レベルで規模の経済性が存在する．規模の経済性は固定費用 (固定要素) の存在によって生じる．

A2: 同一産業内の各企業の生産物は差別化されている (love of variety).

A3: 各企業は Cournot 推測を持ち行動する．すなわち，各企業はライバル企業の生産量が一定と推測し，自らの生産量を決定する．

A4: 異なった地域の市場は分断 (segmented) されているとする．

A5: 参入退出は自由におこなわれるとする．

A1 は規模の経済性についての仮定である．規模の経済性を導入する方法には，収穫逓増の生産関数を仮定するという方法もあるが，モデル CD では他の多くの不完全競争 CGE モデルと同様に，固定費用を仮定することで規模の経済性を導入している．A2-A5 の仮定はモデルによって修正されるが，この A1 は全ての IRTS モデルに共通している．

A2 は各企業の生産物についての仮定である．モデル CD では，他の多くの不完全競争 CGE モデルと同様に，企業の生産物は互いに差別化されている (不完全代替である) と仮定している．以下では各企業の生産物を variety と呼ぶことにする．この variety は CES 型関数を通じて統合されると仮定する．CES 型関数であるので，Dixit-Stiglitz モデルのように love of variety の性質を持つことになる．さらに，この variety の統合は Armington 統合を維持したままおこなわれると仮定する．不完全競争モデルによっては，Armington 仮定は放棄し，variety の統合のみを考慮するという形式を採用している分析も多い．しかし，不完全競争，規模の経済性以外の部分については完全競争モデルとできる限り共通にしておきたいため Armington 仮定を維持することにした．Armington 仮定を維持したまま variety の統合を加えるので，モデル CD での Armington-Variety の統合は図 3 のように，CRTS モデルの Armington 統合の最も下の段階に variety の統合が加わるという形式に修正される．図の σ_i^D は国内 variety 間の代替の弾力性，σ_i^F は輸入 variety 間の代替の弾力性を表している[10].

A3 は競争形態についての仮定である．基本的な構造は独占的競争モデルであるといっても，企業の競争形態は様々なタイプがありうるが，モデル CD では各企業が Cournot 推測の下で行動すると仮定している．A4 は市場の区分についての仮定である．これについては分断市場と統合市場という代表的な二つの仮定が存在するが，モデル CD では分断市場を仮定している．分断市場では (地域間の裁定取引が働かないため)，企業供給先別に異なった価格・供給量を設定することができる．最後の A5 は参入退出についての仮定である．参入退出については自由におこなわれるケースとおこなわれ

[10]ただし，シミュレーションでは両者は等しいと仮定している．これについては第 4.1 節を参照.

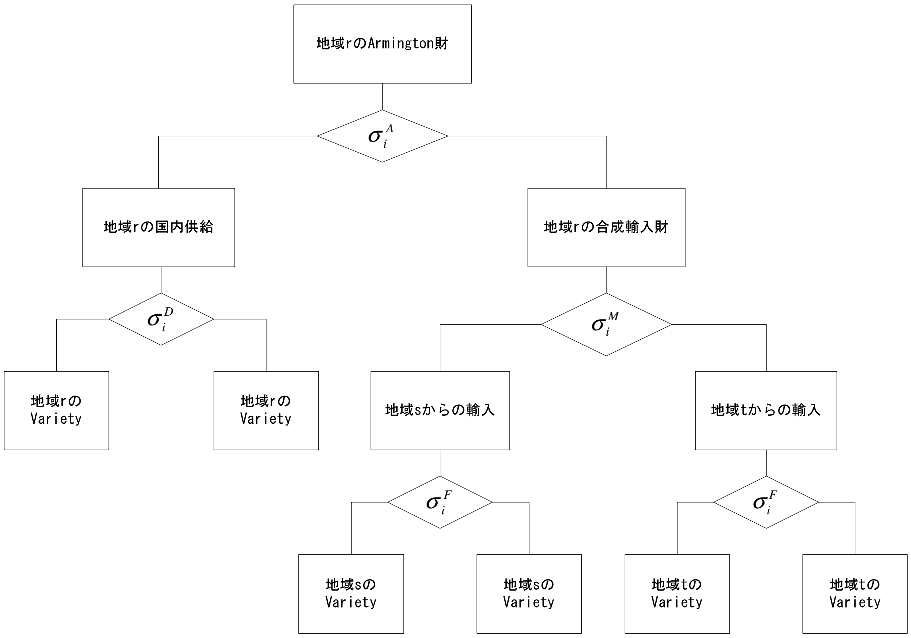

図 3: IRTS モデルにおける Armington-Variety 統合

ないケースの二つが考えらえるが，モデル CD では参入退出は自由と仮定している．この仮定よりモデル CD では企業数はゼロ利潤条件が満たされるように内生的に決定されることになる．

2.2.2 その他のモデル

以下，その他のモデルについても簡単に特徴を説明しておく．

モデル LGMC: モデル LGMC は理論分析でよく利用される large group monopolistic competition model である．このモデルでは，企業は市場に参加している企業数が十分大きいと認識して行動すると仮定される．この仮定の結果，モデル LGMC では (1) マークアップ率が (代替の弾力性の逆数に等しく) 一定，かつ (2) 各企業の規模 (各企業の生産量) は一定という二つの性質が成り立つことになる．この二つの性質が現実の企業を適切に反映しているとは考えにくいので，モデル LGMC の現実的な妥当性には疑問の余地がある．しかし，理論分析でも CGE 分析でも非常によく利用されているモデルであるので，ここでも取り上げることにした．

モデル CH: モデル CH は variety についての仮定 A2 を変更したモデルである．モデル CD では variety が差別化されている (不完全代替) と仮定されたが，モデル CH では 各企業の variety が同質的 (完全代替) と仮定される．これは図 3 の Armington-Variety 統合において，σ_i^D と σ_i^F を無限大にしたケースに等しい．

モデル CF: モデル CF は参入退出についての仮定 A5 を変更したモデルである．モデル CD では，参入退出が自由と仮定されいたが，モデル CF では参入退出は不可と仮定される．本稿のモデルでは各企業が一種類の variety を生産すると仮定しているので，企業数一定という仮定は variety 数が一定ということを意味することにもなる．

モデル QCV: モデル QCV は推測変分を導入したモデルである．モデル CD では各企業はライバル企業の生産量は変化しないと推測して行動すると仮定されていた (Cournot 推測)．これに対し，モデル QCV では各企業はライバル企業の生産量が変化すると推測しつつ行動すると仮定する (非 Cournot 推測)．この非 Cournot 推測のモデルは Cournot モデルと比較し，複雑で扱いにくいため，理論分析ではほとんど利用されないが，CGE 分析では利用されることが多いのでここでとりあげることにした．

モデル BD: モデル BD はモデル CD を Bertrand 競争に変更したモデルである．すなわち，モデル BD では各企業はライバル企業の価格が一定であると推測し行動すると仮定される．

モデル IC とモデル IB: モデル IC は市場の区分についての仮定 (A4) を変更したモデルである．モデル CD では分断市場 (segmented market) が仮定されていたが，モデル IC では統合市場 (integrated market) を仮定している．統合市場では地域間で裁定取引がおこるため，企業は供給先別に異なった価格を設定することができなくなる．また，供給先別に供給量を選択することはできなくなり，総供給量しか選択できない．同様に，モデル IB は Bertrand 競争のモデル BD を統合市場モデルにしたものである．

2.2.3 費用構造

以下ではモデル CD を例にとり，不完全競争モデルの構造を詳細に説明していく．規模の経済性は固定費用の存在によって生じると仮定された．よって，q^T_{vir} を地域 r の IRTS 部門 i における企業 v の総生産量とすると，その企業の総費用 TC_{vir} は以下のように表現される．

$$\mathrm{TC}_{vir} = \mathrm{MC}_{vir}\left[q^T_{vir} + \mathrm{fc}_{vir}\right] \tag{9}$$

ただし，MC_{vir} は限界費用，$\mathrm{MC}_{vir}\mathrm{fc}_{vir}$ は固定費用を表している[11]．規模の経済性を仮定すると言っても，投入構造については CRTS モデルと同様に，CES 関数を仮定するので，限界費用は生産量からは独立になる．また，固定投入物にも可変投入物と全く同じものを利用すると仮定するので，固定費用は $\mathrm{MC}_{vir}\mathrm{fc}_{vir}$ という形式で表現される．

2.2.4 産出サイド

モデル CD では Armington-Variety 統合は図 3 のように修正された．また，全ての地域の市場は分断されており，各企業は供給先別に価格，供給量を設定することができた．企業は図 3 の関係を認識した上で各地域への最適な供給量を決定することになる．

地域 r の IRTS 部門 i における企業 v の利潤は次のように表現できる．

$$\pi_{vir} = (1 - t^Y_{ir})\left[p^D_{vir}q^D_{vir} + \sum_s p^X_{virs}q^X_{virs}\right] - \mathrm{MC}_{vir}\left[q^D_{vir} + \sum_s q^X_{virs} + \mathrm{fc}_{vir}\right] \tag{10}$$

ただし，t^Y_{ir} は生産税率，q^D_{vir} は国内市場への供給量，q^X_{virs} は地域 s への供給量，p^D_{vir} は国内市場での価格，p^X_{virs} は地域 s への輸出価格である．q^T_{vir} が総生産量を表していたので，

$$q^T_{vir} = q^D_{vir} + \sum_s q^X_{virs}$$

[11]「固定費用」という用語を利用しているが，これは MC × fc が一定であるということは意味しない．限界費用 MC が変化すれば，MC × fc も変化するからである．ここで「固定費用」とは生産量に依存しない費用という意味である．

が成立する．完全競争モデルでは国内向けの財も輸出向けの財もその価格は単一の価格 p^Y_{ir} で表されていた．一方，モデル CD では供給先別に価格は区別されることになる．

各企業は (10) 式の利潤を最大化するように各地域への供給量を決定する．この利潤最大化問題の一階の条件は次式で与えられる．

$$\frac{\partial \pi_{vir}}{\partial q^D_{vir}} = 0: \quad (1 - t^Y_{ir}) p^D_{vir} \left[1 - \frac{1}{\varepsilon^D_{vir}} \right] = \mathrm{MC}_{vir} \tag{11}$$

$$\frac{\partial \pi_{vir}}{\partial q^X_{virs}} = 0: \quad (1 - t^Y_{ir}) p^X_{virs} \left[1 - \frac{1}{\varepsilon^X_{virs}} \right] = \mathrm{MC}_{vir} \tag{12}$$

ε^D_{vir}，ε^X_{virs} はそれぞれ国内市場，輸出市場 (地域 s での市場) における需要の価格弾力性 (perceived elasticities of demand) を表しており，次のように定義される．

$$\varepsilon^D_{vir} \equiv -\frac{\partial \ln q^D_{vir}}{\partial \ln p^D_{vir}} \qquad \varepsilon^X_{virs} \equiv -\frac{\partial \ln q^X_{virs}}{\partial \ln p^X_{virs}}$$

ここで，$\mu^D_{vir} \equiv 1/\varepsilon^D_{vir}$, $\mu^X_{virs} \equiv 1/\varepsilon^X_{virs}$ と定義しよう．さらに生産者価格を $\hat{p}^D_{vir} = (1 - t^Y_{ir}) p^D_{ir}$，$\hat{p}^X_{virs} = (1 - t^Y_{ir}) p^X_{virs}$ で表すとする．すると，(11)–(12) 式は次のように書き換えることができる．

$$\mu^D_{vir} = \frac{\hat{p}^D_{vir} - \mathrm{MC}_{vir}}{\hat{p}^D_{vir}} \qquad \mu^X_{virs} = \frac{\hat{p}^X_{virs} - \mathrm{MC}_{vir}}{\hat{p}^X_{virs}} \tag{13}$$

この関係から μ^D_{vir}，μ^X_{virs} はそれぞれ国内市場，輸出市場に対するマークアップ率を表していることがわかる．以下，μ^D_{vir}，μ^X_{virs} をそれぞれ国内市場，輸出市場 (地域 s) に対するマークアップ率と呼ぶことにする．

2.2.5　マークアップ率

(11)–(12) 式 (あるいは (13) 式) の関係をシミュレーションに導入するには，マークアップ率の具体的な表現を導出する必要がある．以下では，同一部門の全ての企業 (variety) が対称的であるという仮定を置きマークアップ率の導出をおこなう．

国内市場向けのマークアップ率

まず，比較的単純な国内市場向けのマークアップ率 (μ^D_{vir}) の導出をおこなう．μ^D_{vir} は国内市場における需要の価格弾力性 (ε^D_{vir}) の逆数であるので，マークアップ率を求めるということは ε^D_{vir} を求めることに等しい．variety，財に対する需要側は図 3 で表現されていた．全ての段階で統合は CES 型関

数によっておこなわれているので，図 3 の関係は次のように表現することができる．

$$A_{ir} = \left[\alpha_{ir}^{\mathrm{AD}} (\mathrm{AD}_{ir})^{\frac{\sigma_i^A - 1}{\sigma_i^A}} + \alpha_{ir}^{\mathrm{AM}} (\mathrm{AM}_{ir})^{\frac{\sigma_i^A - 1}{\sigma_i^A}} \right]^{\frac{\sigma_i^A}{\sigma_i^A - 1}} \tag{14}$$

$$\mathrm{AM}_{ir} = \left[\sum_s \alpha_{isr}^M (M_{isr})^{\frac{\sigma_i^M - 1}{\sigma_i^M}} \right]^{\frac{\sigma_i^M}{\sigma_i^M - 1}} \tag{15}$$

$$\mathrm{AD}_{ir} = \left[\sum_v \beta_{vir}^D (q_{vir}^D)^{\frac{\sigma_i^D - 1}{\sigma_i^D}} \right]^{\frac{\sigma_i^D}{\sigma_i^D - 1}} \tag{16}$$

$$M_{isr} = \left[\sum \beta_{visr}^M (q_{visr}^X)^{\frac{\sigma_i^F - 1}{\sigma_i^F}} \right]^{\frac{\sigma_i^F}{\sigma_i^F - 1}} \tag{17}$$

A_{ir} は Armington 財 i の量，AM_{ir} は合成輸入財 (各地域からの輸入が統合されたもの) の量，AD_{ir} は合成国内 variety (国内 variety が統合されたもの)，M_{isr} は合成輸入 variety (地域 s の variety が統合されたもの) である．(14) 式と (15) 式は CRTS モデルにでてきた式と全く同じである．

全ての統合関数は一次同次関数であり，かつ variety，財の選択は支出を最小化するようにおこなわれると仮定するので，以下のように各数量指数に対する価格指数を定義できる[12]．

$$p_{ir}^A = \left[(\alpha_{ir}^{\mathrm{AD}})^{\sigma_i^A} (p_{ir}^{\mathrm{AD}})^{1-\sigma_i^A} + (\alpha_{ir}^{\mathrm{AM}})^{\sigma_i^A} (p_{ir}^{\mathrm{AM}})^{1-\sigma_i^A} \right]^{\frac{1}{1-\sigma_i^A}} \tag{18}$$

$$p_{ir}^{\mathrm{AM}} = \left[\sum_s (\alpha_{isr}^M)^{\sigma_i^M} (\tilde{p}_{isr}^M)^{1-\sigma_i^M} \right]^{\frac{1}{1-\sigma_i^M}} \tag{19}$$

$$p_{ir}^{\mathrm{AD}} = \left[\sum_v (\beta_{vir}^D)^{\sigma_i^D} (p_{vir}^D)^{1-\sigma_i^D} \right]^{\frac{1}{1-\sigma_i^D}} \tag{20}$$

$$p_{isr}^M = \left[\sum_v (\beta_{visr}^M)^{\sigma_i^F} (\tilde{p}_{visr}^X)^{1-\sigma_i^F} \right]^{\frac{1}{1-\sigma_i^F}} \tag{21}$$

ただし，$\tilde{p}_{isr}^M = (1 + t_{isr}^M) p_{isr}^M$，$\tilde{p}_{visr}^X = (1 - t_{isr}^X) p_{visr}^X + p^T \tau_{isr}$ である．

[12] p_{ir}^A，p_{ir}^{AM}，p_{ir}^{AD}，p_{isr}^M は全て単位支出関数 (単位費用関数) として導出されている．例えば，p_{ir}^A は Armington 財 i 一単位を得ために必要な最小支出を表している．

これらの価格指数 (単位支出関数) に Shephard の補題を適用することで，需要関数を導出できる．

$$\mathrm{AD}_{ir} = \frac{\partial p_{ir}^{A}}{\partial p_{ir}^{\mathrm{AD}}} A_{ir} = \left[\frac{\alpha_{ir}^{\mathrm{AD}} p_{ir}^{A}}{p_{ir}^{\mathrm{AD}}} \right]^{\sigma_i^A} A_{ir} \tag{22}$$

$$\mathrm{AM}_{ir} = \frac{\partial p_{ir}^{A}}{\partial p_{ir}^{\mathrm{AM}}} A_{ir} = \left[\frac{\alpha_{ir}^{\mathrm{AM}} p_{ir}^{A}}{p_{ir}^{\mathrm{AM}}} \right]^{\sigma_i^A} A_{ir} \tag{23}$$

$$M_{isr} = \frac{\partial p_{ir}^{\mathrm{AM}}}{\partial \tilde{p}_{isr}^{M}} \mathrm{AM}_{ir} = \left[\frac{\alpha_{isr}^{M} p_{ir}^{\mathrm{AM}}}{\tilde{p}_{isr}^{M}} \right]^{\sigma_i^M} \mathrm{AM}_{ir} \tag{24}$$

$$q_{vir}^{D} = \frac{\partial p_{ir}^{\mathrm{AD}}}{\partial p_{vir}^{D}} \mathrm{AD}_{ir} = \left[\frac{\beta_{vir}^{D} p_{ir}^{\mathrm{AD}}}{p_{vir}^{D}} \right]^{\sigma_i^D} \mathrm{AD}_{ir} \tag{25}$$

$$q_{visr}^{X} = \frac{\partial p_{isr}^{M}}{\partial \tilde{p}_{visr}^{X}} M_{isr} = \left[\frac{\beta_{visr}^{M} p_{isr}^{M}}{\tilde{p}_{visr}^{X}} \right]^{\sigma_i^F} M_{isr} \tag{26}$$

以上の結果を用いて，マークアップ率 (需要の価格弾力性) を求めよう．まず，(25) 式から国内 variety に対する逆需要関数が計算できる．

$$p_{vir}^{D} = \left[\frac{\mathrm{AD}_{ir}}{q_{vir}^{D}} \right]^{1/\sigma_i^D} \beta_{vir}^{D} p_{ir}^{\mathrm{AD}} \tag{27}$$

両辺の対数をとると

$$\ln p_{vir}^{D} = \frac{1}{\sigma_i^D} \ln A_{ir} - \frac{1}{\sigma_i^D} q_{vir}^{D} + \ln p_{ir}^{\mathrm{AD}} + \ln \beta_{vir}^{D}$$

となる．この両辺を $\ln q_{vir}^{D}$ で偏微分する．

$$\frac{\partial \ln p_{vir}^{D}}{\partial \ln q_{vir}^{D}} = -\frac{1}{\sigma_i^D} + \frac{1}{\sigma_i^D} \frac{q_{vir}^{D}}{\mathrm{AD}_{ir}} \frac{\partial \mathrm{AD}_{ir}}{\partial q_{vir}^{D}} + \frac{q_{vif}^{D}}{p_{ir}^{\mathrm{AD}}} \frac{\partial p_{ir}^{\mathrm{AD}}}{\partial \mathrm{AD}_{ir}} \frac{\partial \mathrm{AD}_{ir}}{\partial q_{vir}^{D}} \tag{28}$$

β_{vir}^{D} は定数であるので，β_{vir}^{D} が入った項は消える．

ここで，(16) 式より，(28) 式内の $\partial \mathrm{AD}_{ir} / \partial q_{vir}^{D}$ は次のように書き換えることができる．

$$\frac{\partial \mathrm{AD}_{ir}}{\partial q_{vir}^{D}} = (\mathrm{AD}_{ir})^{1/\sigma_i^D} \left[\beta_{vir}^{D} (q_{vir}^{D})^{-1/\sigma_i^D} + \sum_{v' \neq v} \beta_{v'ir}^{D} (q_{v'ir}^{D})^{-1/\sigma_i^D} \frac{q_{v'ir}^{D}}{q_{vir}^{D}} \phi_{vir}^{D} \right] \tag{29}$$

ϕ_{vir}^{D} は企業 v の推測変分であり，次のように定義される[13]．

$$\phi_{vir}^{D} \equiv \frac{\partial \ln q_{v'ir}^{D}}{\partial \ln q_{vir}^{D}} \qquad v' \neq v$$

つまり，ϕ_{vir}^{D} は自らが国内供給量を 1% 増加させたときに，同一地域内のライバル企業が何%供給量を変化させるかということを表す推測変分である．

(27) 式 を (29) 式 に代入してやれば，次式が得られる．

$$\frac{\partial \mathrm{AD}_{ir}}{\partial q_{vir}^{D}} = \frac{p_{vir}^{D}}{p_{ir}^{\mathrm{AD}}} \left[1 + \sum_{v' \neq v} \frac{p_{v'ir}^{D} q_{v'ir}^{D}}{p_{vir}^{D} q_{vir}^{D}} \phi_{vir}^{D} \right]$$

[13] 推測変分については，例えば Kamien and Schwartz (1983)，Eaton and Grossman (1986) 等を参照されたい．

以上の結果を元に (28) 式 を次のように書き換えることができる．

$$\frac{\partial \ln p^D_{vir}}{\partial \ln q^D_{vir}} = -\frac{1}{\sigma^D_i} + \left[\frac{1}{\sigma^D_i}\frac{p^D_{vir}q^D_{vir}}{p^{\mathrm{AD}}_{ir}\mathrm{AD}_{ir}} + \frac{p^D_{vir}q^D_{vir}}{p^{\mathrm{AD}}_{ir}\mathrm{AD}_{ir}}\frac{\partial p^{\mathrm{AD}}_{ir}}{\partial \mathrm{AD}_{ir}}\frac{\mathrm{AD}_{ir}}{p^{\mathrm{AD}}_{ir}}\right]\left[1 + \sum_{v'\neq v}\frac{p^D_{v'ir}q^D_{v'ir}}{p^D_{vir}q^D_{vir}}\phi^D_{vir}\right]$$

$p^D_{vir}q^D_{vir}/(p^{\mathrm{AD}}_{ir}\mathrm{AD}_{ir})$ は国内市場における企業 v のシェアを表しているのだが，ここでは同一産業内の企業が対称的であると仮定するので，$p^D_{vir}q^D_{vir}/(p^{\mathrm{AD}}_{ir}\mathrm{AD}_{ir}) = 1/n_{ir}$ が成立する．同様に，対称性より $p^D_{vir} = p^D_{v'ir}$，$q^D_{vir} = q^D_{v'ir}$ が成立する．以上の結果より，次の関係が成立する．

$$\sum_{v'\neq v}\frac{p^D_{v'ir}q^D_{v'ir}}{p^D_{vir}q^D_{vir}}\phi^D_{vir} = (n_{ir}-1)\phi^D_{ir}$$

さらに，以下のように記号を定義する．

$$\varepsilon^{\mathrm{AD}}_{ir} \equiv -\frac{\partial \mathrm{AD}_{ir}}{\partial p^{\mathrm{AD}}_{ir}}\frac{p^{\mathrm{AD}}_{ir}}{\mathrm{AD}_{ir}}$$

$\varepsilon^{\mathrm{AD}}_{ir}$ は合成輸入財に対する需要の価格弾力性を表している．

以上の結果より，マークアップ率 μ^D_{ir} は次のように表現できる．

$$\mu^D_{ir} = \frac{1}{\varepsilon^D_{ir}} = -\frac{\partial \ln p^D_{vir}}{\partial \ln q^D_{vir}} = \frac{1}{\sigma^D_i} + \left[\frac{1}{\varepsilon^{\mathrm{AD}}_{ir}} - \frac{1}{\sigma^D_i}\right]\frac{1+(n_{ir}-1)\phi^D_{ir}}{n_{ir}} \tag{30}$$

同様の手順に従うと，(30) 式内の $1/\varepsilon^{\mathrm{AD}}_{ir}$ を次のように書き換えることができる．

$$\frac{1}{\varepsilon^{\mathrm{AD}}_{ir}} = \frac{1}{\sigma^A_i} + \left[\frac{1}{\varepsilon^A_{ir}} - \frac{1}{\sigma^A_i}\right]\left[S^{\mathrm{AD}}_{ir} + (1-S^{\mathrm{AD}}_{ir})\phi^{\mathrm{DM}}_{ir}\right] \tag{31}$$

ここで，S^{AD}_{ir} は地域 r への総供給に占める国内供給のシェア，ϕ^{DM}_{ir} は推測変分，ε^A_{ir} は Armington 財への需要の価格弾力性であり，次のように定義される．

$$S^{\mathrm{AD}}_{ir} \equiv \frac{p^{\mathrm{AD}}_{ir}\mathrm{AD}_{ir}}{p^A_{ir}A_{ir}} \qquad \phi^{\mathrm{DM}}_{ir} \equiv \frac{\partial \ln \mathrm{AM}_{ir}}{\partial \ln \mathrm{AD}_{ir}} \qquad \varepsilon^A_{ir} \equiv -\frac{\partial \ln A_{ir}}{\partial \ln p^A_{ir}}$$

(30) 式と (31) 式を組み合せると，マークアップ率は次のように表せる．

$$\mu^D_{ir} = \frac{1}{\sigma^D_i} + \left\{\frac{1}{\sigma^A_i} - \frac{1}{\sigma^D_i} + \left[\frac{1}{\varepsilon^A_{ir}} - \frac{1}{\sigma^A_i}\right]\left[S^{\mathrm{AD}}_{ir} + (1-S^{\mathrm{AD}}_{ir})\phi^{\mathrm{DM}}_{ir}\right]\right\}\frac{1+(n_{ir}-1)\phi^D_{ir}}{n_{ir}} \tag{32}$$

モデル CD では Cournot 推測を仮定しているので，推測変分パラメータ ϕ^D_{ir}，ϕ^{DM}_{ir} はゼロになる．よって，(32) 式は結局次式になる．

$$\mu^D_{ir} = \frac{1}{\sigma^D_i} + \left\{\frac{1}{\sigma^A_i} - \frac{1}{\sigma^D_i} + \left[\frac{1}{\varepsilon^A_{ir}} - \frac{1}{\sigma^A_i}\right]S^{\mathrm{AD}}_{ir}\right\}\frac{1}{n_{ir}}$$

これが，地域 r の IRTS 部門 i における各企業の国内市場向けのマークアップ率である．

輸出市場でのマークアップ率

次に，輸出市場でのマークアップ率を導出する．以下では地域 s の企業の地域 r への輸出を例にとり，μ^X_{visr} を導出する．手順は国内市場でのマークアップ率 μ^D_{vir} を導出したときと基本的には同じである．まず，(26) 式 より地域 s の地域 r からの輸入に対する逆需要関数が計算できる．

$$\tilde{p}^X_{visr} = \left[\frac{M_{isr}}{q^X_{visr}}\right]^{1/\sigma^F_i}\beta^M_{visr}p^M_{isr} \tag{33}$$

両辺の対数をとると，

$$\ln \tilde{p}^X_{visr} = \frac{1}{\sigma^F_i} \ln M_{isr} - \frac{1}{\sigma^F_i} \ln q^X_{visr} + \ln p^M_{isr} + \ln \beta^M_{visr}$$

となり，この両辺を $\ln q^X_{visr}$ で偏微分すれば

$$\frac{\partial \ln \tilde{p}^X_{visr}}{\partial \ln q^X_{visr}} = -\frac{1}{\sigma^F_i} + \frac{1}{\sigma^F_i} \frac{q^X_{visr}}{M_{isr}} \frac{\partial M_{isr}}{\partial q^X_{visr}} + \frac{q^X_{visr}}{p^M_{isr}} \frac{\partial p^M_{isr}}{\partial M_{isr}} \frac{\partial M_{isr}}{\partial q^X_{visr}} \tag{34}$$

となる．ここで (17) 式 より (34) 式内の $\partial M_{isr}/\partial q^X_{visr}$ は次のように書き換えることができる．

$$\frac{\partial M_{isr}}{\partial q^X_{visr}} = (M_{isr})^{1/\sigma^F_i} \left[\beta^M_{visr} (q^D_{vir})^{-1/\sigma^F_i} + \sum_{v' \neq v} \beta^M_{v'isr} (q^X_{v'isr})^{-1/\sigma^F_i} \frac{q^X_{v'isr}}{q^X_{visr}} \phi^X_{visr} \right] \tag{35}$$

ϕ^X_{visr} は推測変分パラメータであり次のように定義される．

$$\phi^X_{visr} \equiv \frac{\partial \ln q^X_{v'isr}}{\partial \ln q^X_{visr}} \qquad v' \neq v \tag{36}$$

(33) 式を (35) 式に適用すると，次式を得る．

$$\frac{\partial M_{isr}}{\partial q^X_{visr}} = \frac{\tilde{p}^X_{visr}}{p^M_{isr}} \left[1 + \sum_{v' \neq v} \frac{\tilde{p}^X_{v'isr} q^X_{v'isr}}{\tilde{p}^X_{visr} q^X_{visr}} \phi^X_{visr} \right]$$

以上の結果より，(34) 式は次式となる．

$$\frac{\partial \ln \tilde{p}^X_{visr}}{\partial \ln q^X_{visr}} = -\frac{1}{\sigma^F_i} + \left[\frac{1}{\sigma^F_i} \frac{q^X_{visr}}{M_{isr}} \frac{\tilde{p}^X_{visr}}{p^M_{isr}} + \frac{q^X_{visr}}{M_{isr}} \frac{\tilde{p}^X_{visr}}{p^M_{isr}} \frac{\partial p^M_{isr}}{\partial M_{isr}} \frac{M_{isr}}{p^M_{isr}} \right] \left[1 + \sum_{v' \neq v} \frac{\tilde{p}^X_{v'isr} q^X_{v'isr}}{\tilde{p}^X_{visr} q^X_{visr}} \phi^X_{visr} \right]$$

再び企業間の対称性の仮定より，$q^X_{visr}/M_{isr} = 1/n_{is}$ が成立する．同様に対称性より，次式が成立する．

$$\sum_{v' \neq v} \frac{\tilde{p}^X_{v'isr} q^X_{v'isr}}{\tilde{p}^X_{visr} q^X_{visr}} \phi^X_{visr} = (n_{is} - 1) \phi^X_{isr}$$

さらに，地域 r の地域 s からの輸入需要の価格弾力性を次のように定義する．

$$\varepsilon^M_{isr} \equiv -\frac{\partial M_{isr}}{\partial p^M_{isr}} \frac{p^M_{isr}}{M_{isr}} \tag{37}$$

以上より，マークアップ率は次のように表現できる．

$$\tilde{\mu}^X_{isr} = \frac{1}{\tilde{\varepsilon}^X_{isr}} = -\frac{\partial \ln \tilde{p}^X_{isr}}{\partial \ln q^X_{isr}} = \frac{1}{\sigma^F_i} + \left[\frac{1}{\varepsilon^M_{isr}} - \frac{1}{\sigma^F_i} \right] \frac{1 + (n_{is} - 1)\phi^X_{isr}}{n_{is}} \tag{38}$$

同様の手順に従って，弾力性を書き換えていく．

$$\frac{1}{\varepsilon^M_{isr}} = \frac{1}{\sigma^M_i} + \left[\frac{1}{\varepsilon^{\mathrm{AM}}_{ir}} - \frac{1}{\sigma^M_i} \right] [S^M_{isr} + (1 - S^M_{isr}) \phi^{\mathrm{XM}}_{isr}] \tag{39}$$

$$\frac{1}{\varepsilon^{\mathrm{AM}}_{ir}} = \frac{1}{\sigma^A_i} + \left[\frac{1}{\varepsilon^A_{ir}} - \frac{1}{\sigma^A_i} \right] [S^{\mathrm{AM}}_{ir} + (1 - S^{\mathrm{AM}}_{ir}) \phi^{\mathrm{XMD}}_{isr}] \tag{40}$$

$$S^M_{isr} \equiv \frac{\tilde{p}^M_{isr} M_{isr}}{p^{\mathrm{AM}}_{ir} \mathrm{AM}_{ir}} \qquad S^{\mathrm{AM}}_{ir} \equiv \frac{p^{\mathrm{AM}}_{ir} \mathrm{AM}_{ir}}{p^A_{ir} A_{ir}} = 1 - S^{\mathrm{AD}}_{ir}$$
$$\phi^{\mathrm{XM}}_{isr} \equiv \frac{\partial \ln M_{is'r}}{\partial \ln M_{isr}} \qquad \phi^{\mathrm{XMD}}_{isr} \equiv \frac{\partial \ln \mathrm{AD}_{ir}}{\partial \ln \mathrm{AM}_{ir}}$$

(38)–(40) 式より，地域 s の市場における地域 r の企業のマークアップ率は次式で与えられる．

$$\tilde{\mu}^X_{isr} = \frac{1}{\sigma^F_i} + \left\{ \frac{1}{\sigma^M_i} - \frac{1}{\sigma^F_i} + \left[\frac{1}{\sigma^A_i} - \frac{1}{\sigma^M_i} + \left(\frac{1}{\varepsilon^A_{ir}} - \frac{1}{\sigma^A_i} \right) \right.\right.$$
$$\left.\left. \times [S^{\mathrm{AM}}_{ir} + (1 - S^{\mathrm{AM}}_{ir}) \phi^{\mathrm{XMD}}_{isr}] \right] [S^M_{isr} + (1 - S^M_{isr}) \phi^{\mathrm{XM}}_{isr}] \right\} \frac{1 + (n_{is} - 1)\phi^X_{isr}}{n_{is}} \tag{41}$$

再び Cournot 推測の仮定より，ここでも推測変分パラメータ ϕ^X_{isr}，$\phi^{\mathrm{XMD}}_{isr}$，$\phi^{\mathrm{XM}}_{isr}$ は全てゼロになる．よって，(41) 式は次式となる．

$$\tilde{\mu}^X_{isr} = \frac{1}{\sigma^F_i} + \left\{ \frac{1}{\sigma^M_i} - \frac{1}{\sigma^F_i} + \left[\frac{1}{\sigma^A_i} - \frac{1}{\sigma^M_i} + \left(\frac{1}{\varepsilon^A_{ir}} - \frac{1}{\sigma^A_i} \right) S^{\mathrm{AM}}_{ir} \right] S^M_{isr} \right\} \frac{1}{n_{is}} \tag{42}$$

国内市場におけるマークアップ率を導出する際はこれで終わったが，本稿のモデルでは specific な形の輸送費用が存在するため，$\tilde{\mu}^X_{isr}$ は輸出市場において企業が直面するマークアップ率 μ^X_{isr} とは一致しない．以下，この輸送費用の調整をおこなう．

まず，$\tilde{\varepsilon}^X_{isr}$ は次のように定義されていた．

$$\tilde{\varepsilon}^X_{isr} = -\frac{\partial \ln q^X_{isr}}{\partial \ln \tilde{p}^X_{isr}}$$

$\tilde{p}^X_{isr} = (1 - t^X_{isr}) p^X_{isr} + p^T \tau_{isr}$ であるので，次式を得る．

$$\tilde{\varepsilon}^X_{isr} = -\frac{\partial q^X_{isr}}{\partial p^X_{isr}} \frac{\partial p^X_{isr}}{\partial \tilde{p}^X_{isr}} \frac{\tilde{p}^X_{isr}}{q^X_{isr}} = -\frac{\partial q^X_{isr}}{\partial p^X_{isr}} \frac{p^X_{isr}}{q^X_{isr}} \frac{\tilde{p}^X_{isr}}{(1 - t^X_{isr}) p^X_{isr}} = \varepsilon^X_{isr} \frac{\tilde{p}^X_{isr}}{(1 - t^X_{isr}) p^X_{isr}}$$

この関係を使えば，$\tilde{\mu}^X_{isr}$ から企業の直面するマークアップ率 μ^X_{isr} を導出することができる．

$$\mu^X_{isr} = \tilde{\mu}^X_{isr} \frac{\tilde{p}^X_{isr}}{(1 - t^X_{isr}) p^X_{isr}}$$

これが地域 s の IRTS 部門 i の企業が地域 r において直面するマークアップ率である．

2.2.6 利潤最大化

ここではこれまで得られた結果をまとめる．地域 r の IRTS 部門 i の企業の利潤最大化条件は (11)–(12) 式で与えられた．IRTS モデルでも投入構造は CRTS モデルと同じと仮定するので，IRTS モデルの限界費用 (i.e. MC_{ir}) は CRTS モデルの限界費用 (c^Y_{ir}) に一致する．また，対称性の仮定よりインデックス v は省略できる．よって，利潤最大化条件は次のように表すことができる．

$$(1 - t^Y_{ir}) p^D_{ir} \left[1 - \mu^D_{ir} \right] = c^Y_{ir} \tag{43}$$
$$(1 - t^Y_{ir}) p^X_{irs} \left[1 - \mu^X_{irs} \right] = c^Y_{ir} \tag{44}$$

(43) 式は国内供給 q^D_{ir} についての利潤最大化条件で，(44) 式は輸出供給 q^X_{irs} についての利潤最大化条件である．これらの条件に従い，企業は q^D_{ir} と q^X_{irs} を決定する．

マークアップ率は次式のような形式になった．

$$\mu_{ir}^{D} = \frac{1}{\sigma_i^D} + \left\{ \frac{1}{\sigma_i^A} - \frac{1}{\sigma_i^D} + \left[\frac{1}{\varepsilon_{ir}^A} - \frac{1}{\sigma_i^A} \right] S_{ir}^{\mathrm{AD}} \right\} \frac{1}{n_{ir}} \tag{45}$$

$$\tilde{\mu}_{irs}^{X} = \frac{1}{\sigma_i^F} + \left\{ \frac{1}{\sigma_i^M} - \frac{1}{\sigma_i^F} + \left[\frac{1}{\sigma_i^A} - \frac{1}{\sigma_i^M} + \left(\frac{1}{\varepsilon_{is}^A} - \frac{1}{\sigma_i^A} \right) S_{is}^{\mathrm{AM}} \right] S_{irs}^{M} \right\} \frac{1}{n_{ir}} \tag{46}$$

$$\mu_{irs}^{X} = \tilde{\mu}_{irs}^{X} \frac{\tilde{p}_{irs}^{X}}{(1 - t_{irs}^{X}) p_{irs}^{X}} \tag{47}$$

$$\tilde{p}_{irs}^{X} = (1 - t_{irs}^{X}) p_{irs}^{X} + p^T \tau_{irs} \tag{48}$$

また，シェアを表す変数 (シェア変数) は次のように定義された．

$$S_{ir}^{\mathrm{AD}} = \frac{p_{ir}^{\mathrm{AD}} \mathrm{AD}_{ir}}{p_{ir}^{A} A_{ir}} \qquad S_{is}^{\mathrm{AM}} = \frac{p_{is}^{\mathrm{AM}} \mathrm{AM}_{is}}{p_{is}^{A} A_{is}} = 1 - S_{is}^{\mathrm{AD}}$$

$$S_{irs}^{M} = \frac{\tilde{p}_{irs}^{M} M_{irs}}{p_{is}^{\mathrm{AM}} \mathrm{AM}_{is}} \qquad \sum_r S_{irs}^{M} = 1$$

2.2.7 ゼロ利潤条件

モデル CD は参入退出が可能と仮定している．よって，均衡ではゼロ利潤が成立する．ゼロ利潤条件は (10) 式で与えられた．

$$\pi_{ir} = (1 - t_{ir}^{Y}) \left[p_{ir}^{D} q_{ir}^{D} + \sum_s p_{irs}^{X} q_{irs}^{X} \right] - c_{ir}^{Y} \left[q_{ir}^{D} + \sum_s q_{irs}^{X} - \mathrm{fc}_{ir} \right] = 0 \tag{49}$$

IRTS 部門 i の企業数はこのゼロ利潤条件が満たされるように決定される．

2.2.8 平均費用

q_{ir}^{T} を IRTS 部門 i の各企業の総生産量とする．つまり，$q_{ir}^{T} = q_{ir}^{D} + \sum_s q_{irs}^{X}$ である．すると，各企業の総費用は $c_{ir}^{Y}(q_{ir}^{T} + \mathrm{fc}_{ir})$ と表せる．$c_{ir}^{Y} q_{ir}^{T}$ は可変費用であり，$c_{ir}^{Y} \mathrm{fc}_{ir}$ は固定費用である．平均費用は総費用を総生産量で割ったものであるので，次式で与えられる．

$$\mathrm{AC}_{ir} = \frac{c_{ir}^{Y}(q_{ir}^{T} + \mathrm{fc}_{ir})}{q_{ir}^{T}} = c_{ir}^{Y} \left[1 + \frac{\mathrm{fc}_{ir}}{q_{ir}^{T}} \right]$$

これより，各企業の平均費用は総生産量の上昇にともない低下する，つまり規模の経済性が働くことが確認できる．

2.2.9 価格指数

(20) 式，(21) 式 において，統合された variety (合成 variety) に対する価格指数を定義した．これらの価格指数を対称性の仮定を利用して書き換える．対称性より β_{vir}^{D}，p_{vir}^{D} は全ての v について等しくなる．よって，v についての和をとることは n_{ir} をかけ合わせることに等しい．よって，(20) 式は次のように書き換えることができる．

$$p_{ir}^{\mathrm{AD}} = \left[n_{ir} (\beta_{ir}^{D})^{\sigma_i^D} (p_{ir}^{D})^{1-\sigma_i^D} \right]^{\frac{1}{1-\sigma_i^D}} = (n_{ir})^{\frac{1}{1-\sigma_i^D}} (\beta_{ir}^{D})^{\frac{\sigma_i^D}{1-\sigma_i^D}} p_{ir}^{D}$$

これより，n_{ir} の変化が価格指数に与える影響を読み取ることができる．$\sigma_i^D > 1$ と仮定しよう (これは後のシミュレーションでは実際に満たされる)．すると，$\partial p_{ir}^{\text{AD}} / \partial n_{ir} < 0$ が成立する．つまり，variety 数が多いほど，一単位の合成 variety を得るのに必要な支出が少なくてすむということになる．これは love of variety が存在していることを意味している．

同様に，合成輸入 variety に対する価格指数 p_{isr}^M を次のように書き換えることができる．

$$p_{isr}^M = \left[n_{is} (\beta_{isr}^M)^{\sigma_i^F} (\tilde{p}_{isr}^X)^{1-\sigma_i^F} \right]^{\frac{1}{1-\sigma_i^F}} = (n_{is})^{\frac{1}{1-\sigma_i^F}} (\beta_{isr}^M)^{\frac{\sigma_i^F}{1-\sigma_i^F}} \tilde{p}_{isr}^X$$

この価格指数についても，variety 数増加が価格指数を低下させるという関係が成り立っている．

2.2.10　需要関数

variety への単位需要関数は (25)–(26) 式から導出できる．まず，地域 r の企業の variety に対する国内の単位需要は次式で与えられる．

$$a_{ir}^{\text{DD}} = \frac{\partial p_{ir}^{\text{AD}}}{\partial p_{vir}^D} = \left[\frac{\beta_{vir}^D p_{ir}^{\text{AD}}}{p_{vir}^D} \right]^{\sigma_i^D}$$

同様に，地域 s の企業の variety に対する地域 r の単位需要は次式となる．

$$a_{isr}^{\text{MM}} = \frac{\partial p_{isr}^M}{\partial \tilde{p}_{isr}^X} = \left[\frac{\beta_{isr}^M p_{isr}^M}{\tilde{p}_{isr}^X} \right]^{\sigma^F}$$

2.2.11　IRTS 部門の国際輸送部門への供給

IRTS モデルでは AGR，PAG 部門以外について不完全競争＋ IRTS を仮定するが，その IRTS 部門の内，生産物を国内，輸出だけではなく，国際輸送部門にも供給している部門がある (具体的には SER 部門)．これらの国際輸送部門への供給分に関しては不完全競争部門であっても，CRTS 部門と同様に CRTS 技術＋完全競争の仮定の下で生産されると仮定する．これらの部門の国際輸送部門への供給分の生産は Y_{ir}^{XT} で表す.

2.3　市場均衡条件

市場均衡の条件は CRTS 部門と IRTS 部門で異なってくるので，両部門の均衡条件を分けて提示する．以下では基本的に左辺が供給，右辺が需要を表すものとする．

2.3.1　CRTS 部門の生産物 ($i \in C$)

CRTS 部門の生産物については，まず供給は Y_{ir} で与えられる．一方，需要は国内需要 ($a_{ir}^{\text{AD}} A_{ir}$)，地域 s の輸入需要 ($a_{irs}^M \text{AM}_{irs}$)，国際輸送部門の投入需要 ($a_{ir}^T Y^T$) から構成される．

$$Y_{ir} \geq a_{ir}^{\text{AD}} A_{ir} + \sum_s a_{irs}^M \text{AM}_{irs} + a_{ir}^T Y^T \qquad i \in C, i \neq \text{cgd}$$

投資財 (i.e. $i = \text{cgd}$) については，需要は投資需要 INV_r のみからなる．よって，市場均衡条件は次のように修正される．

$$Y_{ir} \geq \text{INV}_r \qquad i = \text{cgd}$$

本稿では投資需要 INV_r は外生的に一定と仮定される．

2.3.2 IRTS 部門の生産物 ($i \in K$)

IRTS 部門については，各企業の variety が差別化されているので，市場均衡も企業別に考える必要がある．まず，地域 r の IRTS 部門 i の企業の国内供給は q_{ir}^{D} で与えらえる．一方，この国内供給に対応する需要は $a_{ir}^{\mathrm{DD}}\mathrm{AD}_{ir}$ で与えられる．

$$q_{ir}^{D} \geq a_{ir}^{\mathrm{DD}}\mathrm{AD}_{ir}$$

同様に，地域 r の IRTS 部門 i の企業の地域 s への輸出供給は q_{irs}^{X} で与えられ，それに対する需要は $a_{irs}^{\mathrm{MM}}M_{irs}$ で与えられる．よって，市場均衡条件は次式となる．

$$q_{irs}^{X} \geq a_{irs}^{\mathrm{MM}}M_{irs}$$

2.3.3 Armington 財の市場

Armington 財 i の供給は A_{ir} で表される．一方，需要は中間需要と最終需要の和で与えられる．最終需要は $a_{ir}^{C}U_r$ で表されるが，中間需要は CRTS 部門か IRTS 部門かで表現が変わってくる．CRTS 部門 j の中間需要は $\bar{a}_{ijr}^{I}Y_{jr}$ で与えられる．一方，IRTS 部門 j に関しては，一企業の需要が $\bar{a}_{ijr}^{I}q_{jr}^{T} + \bar{a}_{ijr}^{I}\mathrm{fc}_{jr}$ で与えられるので，これに企業数 n_{jr} をあわせたものが総需要となる．以上より，Armington 財 i の市場均衡条件は次式となる．

$$A_{ir} \geq \sum_{j\in C}\bar{a}_{ijr}^{I}Y_{jr} + \sum_{j\in K}n_{jr}\bar{a}_{ijr}^{I}q_{jr}^{\mathrm{TT}} + a_{ir}^{C}U_r$$

ただし，q_{jr}^{TT} は次のように定義される．

$$q_{jr}^{\mathrm{TT}} \equiv q_{jr}^{T} + \mathrm{fc}_{jr} \qquad j \in K$$

2.3.4 国際輸送サービスの市場均衡

国際輸送サービスの供給は Y^T，需要は $\tau_{irs}a_{irs}^{M}\mathrm{AM}_{irs}$ を全ての i，s，r について足し合わせたもので与えられた．よって，市場均衡は次のように表現される．

$$Y^T \geq \sum_{i,r,s}\tau_{irs}a_{irs}^{M}\mathrm{AM}_{irs}$$

2.3.5 本源的要素の市場均衡

本源的要素 f の供給は $\bar{F}_{fr}$ である．これは外生的に一定と仮定される．一方，需要は各部門の投入需要の和となる．CRTS 部門の需要は $a_{fir}^{F}Y_{ir}$，IRTS 部門の一企業の需要は $a_{fir}^{F}q_{ir}^{\mathrm{TT}}$ であるので，結局市場均衡条件は次式となる．

$$\bar{F}_{fr} \geq \sum_{i\in C}a_{fir}^{F}Y_{ir} + \sum_{i\in K}n_{ir}a_{fir}^{F}q_{ir}^{\mathrm{TT}}$$

2.4 代表的家計の所得

以下では代表的家計が消費に支出する所得 (H_r) を導出する．所得は要素所得，税収，海外からのネットのキャピタルフロー，利潤から構成される[14]．税収は，生産税，中間投入税，生産要素税，消費税，輸出税，関税から構成される．ネットのキャピタルフローは $p_z^U \mathrm{BOP}_r$ で表される[15]．以上の所得から，投資支出を差し引いたものが，消費に支出される所得となる[16]．

$$
\begin{aligned}
H_r = & \sum_f p_{fr}^F \bar{F}_{fr} + \sum_{i\in C} t_{ir}^Y p_{ir}^Y Y_{ir} + \sum_{i\in K} t_{ir}^Y n_{ir} \left[p_{ir}^D q_{ir}^D + \sum_s p_{irs}^X q_{irs}^X \right] \\
& + \sum_{j,i\in C} t_{jir}^I p_{jr}^A \bar{a}_{jir}^I Y_{ir} + \sum_{j,i\in K} t_{jir}^I p_{jr}^A \bar{a}_{jir}^I n_{ir} q_{ir}^{\mathrm{TT}} + \sum_{f,i\in C} t_{fir}^F p_{fr}^F a_{fir}^F Y_{ir} + \sum_{f,i\in K} t_{fir}^F p_{fr}^F a_{fir}^F n_{ir} q_{ir}^{\mathrm{TT}} \\
& - \sum_{i\in C,s} t_{irs}^X p_{ir}^Y a_{irs}^M \mathrm{AM}_{is} - \sum_{i\in K,s} t_{irs}^X p_{irs}^X n_{ir} \tilde{q}_{irs}^X + \sum_{i\in C,s} t_{isr}^M \tilde{p}_{isr}^X a_{isr}^M \mathrm{AM}_{ir} + \sum_{i\in K,s} t_{isr}^M \tilde{p}_{isr}^X n_{is} \tilde{q}_{isr}^X \\
& + \sum_i t_{ir}^C p_{ir}^A a_{ir}^C U_r + \sum_{i\in K} \pi_{ir} + \ p_z^U \mathrm{BOP}_r - p_r^{\mathrm{INV}} \mathrm{INV}_r
\end{aligned}
$$

2.5 その他の不完全競争モデル

これまで IRTS モデルとしてモデル CD を前提としてきた．以下では他の IRTS モデルにおいて均衡条件がどう修正されるかを説明する．

2.5.1 モデル LGMC

モデル LGMC は large group monopolistic competitive model であった．このモデルでは，各企業は企業数が十分大きいと認識すると仮定される．よって，このモデルにおけるマークアップ率はモデル CD のマークアップ率 (45)–(46) 式において企業数 n_{ir} を無限大にすることで導出することができる[17]．

$$
\mu_{ir}^D = 1/\sigma_i^D \qquad \tilde{\mu}_{irs}^X = 1/\sigma_i^F \tag{50}
$$

上式が示すようにモデル LGMC ではマークアップ率は variety 間の代替の弾力性の逆数に等しくなる．このためマークアップ率は常に一定となる．その他の均衡条件式はモデル CD と同じである．

2.5.2 モデル CH

モデル CH では variety が同質的と仮定される．同質的ということは variety 間の代替の弾力性が無限大ということであるので，モデル CH のマークアップ率は (45)–(46) 式 において，$\sigma_i^D \to \infty$，$\sigma_i^F \to \infty$ とすることで導出することができる．

$$
\begin{aligned}
\mu_{ir}^D &= \left[\frac{1}{\sigma_i^A} + \left(\frac{1}{\varepsilon_{ir}^A} - \frac{1}{\sigma_i^A} \right) S_{ir}^{\mathrm{AD}} \right] \frac{1}{n_{ir}} \\
\tilde{\mu}_{irs}^X &= \left\{ \frac{1}{\sigma_i^M} + \left[\frac{1}{\sigma_i^A} - \frac{1}{\sigma_i^M} + \left(\frac{1}{\varepsilon_{ir}^A} - \frac{1}{\sigma_i^A} \right) S_{is}^{\mathrm{AM}} \right] S_{irs}^M \right\} \frac{1}{n_{ir}}
\end{aligned}
$$

[14] 利潤はモデル CF 以外では結局ゼロである．

[15] p_z^U，つまりベンチマークにおいて消費額が最も多い国の効用の価格指数を国際間のキャピタルフローの価格指数に利用している．

[16] 地域 r の貯蓄額は $p_r^{\mathrm{INV}} \mathrm{INV}_r - p_z^U \mathrm{BOP}_r$ に等しい．

[17] マークアップ率を導出する際に $n_r \to \infty$ と置いているが，これはあくまで企業の推測であり，実際の企業数が無限大ということではない．実際の企業数はゼロ利潤条件が満たされるように内生的に決定される．

2.5.3 モデル CF

モデル CF では企業数が一定と仮定される．よって，ゼロ利潤条件は満たされなくなり[18]，その結果利潤，あるいは損失が生じることになる．この利潤は家計に一括で移転されると仮定する (損失の場合は逆に家計が一括で補填する)．その他はモデル CD と同じである．

2.5.4 モデル QCV

モデル CD では Cournot 推測を仮定していた．一方，モデル QCV では非ゼロの推測変分を仮定する．モデル CD のマークアップ率を導出する際に Cournot 推測の仮定を利用したので，モデル QCV ではマークアップ率が異なってくる．

Cournot 推測の仮定を置く前の，推測変分パラメータが入ったマークアップ率は (32) 式と (41) 式で与えられた．これを元にモデル QCV のマークアップ率を求めていくが，以下では単純化のため「企業の推測変分パラメータはどの企業に対するものでも等しい」という仮定をおくことにする．例えば，地域 r のある企業を考える．上の仮定はこの企業の推測変分は同じ地域 r の企業に対するものでも，他の地域の企業に対するものでもどちらも等しいということを意味している．この仮定はこれまで定義した記号を使えば以下のように表すことができる．

$$\phi^D_{ir} \equiv \frac{\partial \ln q^D_{v'ir}}{\partial \ln q^D_{vir}} = \frac{\partial \ln q^X_{lisr}}{\partial \ln q^D_{vir}} \qquad v' \neq v$$

$$\phi^X_{irs} \equiv \frac{\partial \ln q^X_{v'irs}}{\partial \ln q^X_{virs}} = \frac{\partial \ln q^X_{lir's}}{\partial \ln q^X_{virs}} = \frac{\partial \ln q^D_{lis}}{\partial \ln q^X_{virs}} \qquad v' \neq v,\ r' \neq r$$

例えば，上側の式の二番目の式は自らが国内供給量を 1% 増加したときの同じ地域 r の企業の反応 (何%国内供給量を増加させるか) に対する推測を表している．一方，三番目の式は自らが国内供給量を 1% 増加したときの他の地域の企業の反応 (他の地域の企業が地域 r への供給量を何%増加させるか) に対する推測を表している．上の仮定はこの両者が等しいということを意味している．下側の式は，輸出供給に関する推測についても同様の性質が満たされるということを意味している．

以上のように定義した ϕ^D_{ir}，ϕ^X_{irs} を利用し，(32) 式，(41) 式に含まれる ϕ^{DM}_{ir}，ϕ^{XM}_{irs}，$\phi^{\mathrm{XMD}}_{irs}$ を書き換えていく．まず，ϕ^{DM}_{ir} を書き換えよう．ϕ^{DM}_{ir} は次のように定義されていた．

$$\phi^{\mathrm{DM}}_{ir} \equiv \frac{\partial \ln \mathrm{AM}_{ir}}{\partial \ln \mathrm{AD}_{ir}}$$

(16) 式，(27) 式より，次式が成り立つ．

$$d \ln \mathrm{AD}_{ir} = \sum_{v' \neq v} S^D_{v'ir} d \ln q^D_{v'ir} + S^D_{vir} d \ln q^D_{vir}$$

ただし，$S^D_{v'ir}$ は次のように定義される．

$$S^D_{v'ir} \equiv p^D_{v'ir} q^D_{v'ir} / (p^{\mathrm{AD}}_{ir} \mathrm{AD}_{ir})$$

ϕ^D_{vir} の定義より，上式は次のように書き換えれる．

$$d \ln \mathrm{AD}_{ir} = \left[\sum_{v' \neq v} S^D_{v'ir} \phi^D_{vir} + S^D_{vir} \right] d \ln q^D_{vir}$$

[18]ただし，初期均衡ではゼロ利潤が満たされていると仮定する．

さらに対称性の仮定より，$S^D_{v'ir} = S^D_{vir} = 1/n_{ir}$ が成立するので，

$$d \ln \mathrm{AD}_{ir} = \frac{1 + (n_{ir} - 1)\phi^D_{ir}}{n_{ir}} d \ln q^D_{ir} \tag{51}$$

と書き換えることができる．

同様に，(15) 式，(17) 式，(24) 式，(26) 式より以下の関係が求められる．

$$d \ln \mathrm{AM}_{ir} = \sum_s S^M_{isr} d \ln M_{isr} \qquad d \ln M_{isr} = \sum_z S^X_{zisr} d \ln q^X_{zisr}$$

ただし，

$$S^X_{zisr} \equiv \tilde{p}^X_{zisr} q^X_{zisr} / (p^M_{isr} M_{isr})$$

である．ϕ^D_{ir} の定義より，$d \ln q^X_{zisr} = \phi^D_{ir} d \ln q^D_{ir}$ が成り立つ．よって，$d \ln M_{isr}$ は次のように書き換えることができる．

$$d \ln M_{isr} = \sum_z S^X_{zisr} \phi^D_{ir} d \ln q^D_{ir} = \phi^D_{ir} d \ln q^D_{ir}$$

この結果より，$d \ln \mathrm{AM}_{ir}$ を次のように表現できる．

$$d \ln \mathrm{AM}_{ir} = \sum_s S^M_{isr} \phi^D_{ir} d \ln q^D_{ir} = \phi^D_{ir} d \ln q^D_{ir} \tag{52}$$

(51) 式，(52) 式より ϕ^{DM}_{ir} を次のように書き換えることができる．

$$\phi^{\mathrm{DM}}_{ir} = \frac{\phi^D_{ir}}{[1 + (n_{ir} - 1)\phi^D_{ir}]/n_{ir}} \tag{53}$$

(53) 式を使うと，マークアップ率 (32) 式は結局次式となる．

$$\mu^D_{ir} = \frac{1}{\sigma^D_i} + \left[\frac{1}{\sigma^A_i} - \frac{1}{\sigma^D_i} \right] \frac{1 + (n_{ir} - 1)\phi^D_{ir}}{n_{ir}} + \left[\frac{1}{\varepsilon^A_{ir}} - \frac{1}{\sigma^A_{ir}} \right] \frac{S^{\mathrm{AD}}_{ir} + (n_{ir} - S^{\mathrm{AD}}_{ir})\phi^D_{ir}}{n_{ir}} \tag{54}$$

これがモデル QCV における国内供給に対するマークアップ率である．

同じ手順に従い (41) 式を書き換えいけば，輸出供給に対するマークアップ率も求めることができる．まず，(41) 式内の ϕ^{XM}_{isr} と $\phi^{\mathrm{XMD}}_{isr}$ は次のように定義されていた．

$$\phi^{\mathrm{XM}}_{isr} \equiv \frac{\partial \ln M_{is'r}}{\partial \ln M_{isr}} \qquad \phi^{\mathrm{XMD}}_{isr} \equiv \frac{\partial \ln \mathrm{AD}_{ir}}{\partial \ln \mathrm{AM}_{ir}}$$

(17) 式，(26) 式 より，

$$d \ln M_{isr} = \sum_{v' \neq v} S^X_{v'isr} d \ln q^X_{v'isr} + S^X_{visr} d \ln q^X_{visr}$$

が成り立つ．ここで，ϕ^X_{visr} の定義と対称性の仮定より上式は次のように書き換えることができる．

$$d \ln M_{isr} = \frac{1 + (n_{is} - 1)\phi^X_{isr}}{n_{is}} d \ln q^X_{visr} \tag{55}$$

同じ手順に従うと，$d \ln M_{is'r}$ は次式となる．

$$d \ln M_{is'r} = \sum_{v'} S^X_{v'is'r} d \ln q^X_{v'is'r}$$

ϕ_{visr}^X の定義より，$\forall v', s'$ について，$d\ln q_{v'is'r}^X = \phi_{isr}^X d\ln q_{visr}^X$ が成り立つ．よって，

$$d\ln M_{is'r} = \phi_{isr}^X d\ln q_{isr}^X \tag{56}$$

と書き換えることができる．

(55) 式，(56) 式より，ϕ_{isr}^{XM} は次式となる．

$$\phi_{isr}^{\mathrm{XM}} = \frac{\phi_{isr}^X}{[1+(n_{is}-1)\phi_{isr}^X]/n_{is}} \tag{57}$$

次に $\phi_{isr}^{\mathrm{XMD}}$ を考える．まず，(16) 式，(25) 式より，

$$d\ln \mathrm{AD}_{ir} = \sum_{v'} S_{v'ir}^D d\ln q_{v'ir}^D = \sum_{v'} S_{v'ir}^D \phi_{visr}^X d\ln q_{visr}^X = \phi_{visr}^X d\ln q_{visr}^X \tag{58}$$

同様に，(15) 式，(26) 式，(55) 式，(56) 式より，以下が成り立つ．

$$\begin{aligned} d\ln \mathrm{AM}_{ir} &= \sum_{s'\neq r} S_{is'r}^M d\ln M_{is'r} + S_{isr}^M d\ln M_{isr} \\ &= \sum_{s'\neq r} S_{is'r}^M \phi_{isr}^X d\ln q_{isr}^X + S_{isr}^M \frac{1+(n_{is}-1)\phi_{isr}^X}{n_{is}} d\ln q_{isr}^X \end{aligned} \tag{59}$$

(58) 式，(59) 式から $\phi_{isr}^{\mathrm{XMD}}$ は次のように表現できる．

$$\phi_{isr}^{\mathrm{XMD}} = \frac{\phi_{isr}^X}{\phi_{isr}^X + (1-\phi_{isr}^X) S_{isr}^M / n_{is}} \tag{60}$$

(57) 式と (60) 式を (41) 式に代入することで，輸出供給についてのマークアップ率を次のように書き換えることができる．

$$\begin{aligned} \tilde{\mu}_{irs}^X = \frac{1}{\sigma_i^F} &+ \left[\frac{1}{\sigma_i^M} - \frac{1}{\sigma_i^F}\right] \frac{1+(n_{ir}-1)\phi_{irs}^X}{n_{ir}} + \left[\frac{1}{\sigma_i^A} - \frac{1}{\sigma_i^M}\right] \frac{S_{irs}^M + (n_{ir}-S_{irs}^M)\phi_{isr}^X}{n_{ir}} \\ &+ \left[\frac{1}{\varepsilon_{is}^A} - \frac{1}{\sigma_i^A}\right] \frac{S_{irs}^M S_{is}^{\mathrm{AM}} + (n_{ir} - S_{irs}^M S_{is}^{\mathrm{AM}})\phi_{isr}^X}{n_{ir}} \end{aligned}$$

2.5.5 モデル BD

モデル BD はモデル CD の Bertrand 競争バージョンである．以下では，このモデル BD のマークアップ率を導出する．まず，国内供給についてのマークアップ率を考えよう．(25) 式 より，次式が成り立つ．

$$\frac{\partial \ln q_{vir}^D}{\partial \ln p_{vir}^D} = -\sigma_i^D + \sigma_i^D \frac{p_{vir}^D}{p^{\mathrm{AD}_{ir}}} \frac{\partial p_{ir}^{\mathrm{AD}}}{\partial p_{vir}^D} + \frac{p_{vir}^D}{\mathrm{AD}_{ir}} \frac{\partial \mathrm{AD}_{ir}}{\partial p_{ir}^{\mathrm{AD}}} \frac{\partial p_{ir}^{\mathrm{AD}}}{\partial p_{vir}^D} \tag{61}$$

(20) 式 より次式を得る．

$$\frac{\partial p_{ir}^{\mathrm{AD}}}{\partial p_{vir}^D} = (p_{ir}^{\mathrm{AD}})^{\sigma_{ir}^D} \left[(\beta_{vir}^D)^{\sigma_{ir}^D} (p_{vir}^D)^{-\sigma_{ir}^D} + \sum_{v'\neq v} (\beta_{v'ir}^D)^{\sigma_{ir}^D} (p_{v'ir}^D)^{-\sigma_{ir}^D} \frac{p_{v'ir}^D}{p_{vir}^D} \frac{\partial \ln p_{v'ir}^D}{\partial \ln p_{vir}^D} \right] \tag{62}$$

Bertrand 推測という仮定より，$\partial \ln p_{v'ir}^D / \partial \ln p_{vir}^D = 0$ が成立する．よって，(62) 式は次式となる．

$$\frac{\partial p_{ir}^{\mathrm{AD}}}{\partial p_{vir}^D} = \left[\frac{p_{ir}^{\mathrm{AD}} \beta_{vir}^D}{p_{vir}^D}\right]^{\sigma_{ir}^D}$$

(20) 式 より，この関係は次のように書き換えることができる．

$$\frac{\partial p_{ir}^{\mathrm{AD}}}{\partial p_{vir}^{D}} = \frac{q_{vir}^{D}}{\mathrm{AD}_{ir}}$$

よって，(61) 式は次式となる．

$$\frac{\partial \ln q_{vir}^{D}}{\partial \ln p_{vir}^{D}} = -\sigma_i^D - (\varepsilon_{ir}^{\mathrm{AD}} - \sigma_i^D)\frac{1}{n_{ir}} \tag{63}$$

同様に， (63) 式の $\varepsilon_{ir}^{\mathrm{AD}}$ を書き換えると，次式となる．

$$\varepsilon_{ir}^{\mathrm{AD}} = -\frac{\partial \ln \mathrm{AD}_{ir}}{\partial \ln p_{ir}^{\mathrm{AD}}} = \sigma_i^A + (\varepsilon_{ir}^A - \sigma_i^A)S_{ir}^{\mathrm{AD}} \tag{64}$$

(63) 式，(64) 式を組み合わせると，国内供給についてのマークアップ率が導出できる．

$$1/\mu_{ir}^D = \varepsilon_{ir}^D = \sigma_i^D + [\sigma_i^A - \sigma_i^D + (\varepsilon_{ir}^A - \sigma_i^A)S_{ir}^{\mathrm{AD}}]\frac{1}{n_{ir}}$$

同じ手順に従うことで，輸出供給についてのマークアップ率も導出できる．

$$1/\tilde{\mu}_{isr}^X = \sigma_i^F + \{\sigma_i^M - \sigma_i^F + [\sigma_i^A - \sigma_i^M + (\varepsilon_{ir}^A - \sigma_i^A)S_{ir}^{\mathrm{AM}}]S_{isr}^M\}\frac{1}{n_{is}}$$

2.5.6 モデル IC

モデル IC はモデル CD を統合市場モデルに修正したモデルである．分断市場の場合とは異なり，統合市場では各企業が全ての地域に対し共通の価格を設定することになる．さらに，各企業は地域別に供給量をコントロールすることはできず，コントロールできるのは総供給のみとなる．よって，統合市場での企業の利潤は次のように表現できる．

$$\pi_{ir} = \left[(1 - t_{ir}^Y)p_{ir} - c_{ir}^Y\right] q_{ir}^T$$

これより，企業の利潤最大化条件は次式となる．

$$(1 - t_{ir}^Y)p_{ir}(1 - \mu_{ir}) = c_{ir}^Y \tag{65}$$

モデル IC では，各企業はやはり Cournot 推測を持つと仮定される．すなわち，各企業は他の企業の総供給を所与とした上で自らの総供給を決定すると仮定される．この仮定をもとに以下でモデル IC のマークアップ率を導出していきたいが，統合市場のケースではこれまでのように explicit な形でマークアップ率を導出するのは非常に難しい．よって，以下では implicit な形でマークアップ率の導出をおこなうことにする．

まず，統合市場における各企業のマークアップ率は次のように表現できる．

$$\mu_{ir} = -\hat{p}_{vir}/\hat{q}_{vir}^T \tag{66}$$

ハット付きの変数は変化率を表す変数である．また，企業を表す v というインデックスを付けているが，これは一企業のことを指しているということを強調するためであって，実際には対称性の仮定より v は必要ない．この関係より，$\hat{p}_{vir}$，$\hat{q}_{vir}^T$ を求めれば，マークアップ率が決まることになる．

はじめに $\hat{q}_{vir}^T$ を求めよう．$q_{vir}^T \equiv q_{vir}^D + \sum_{s \neq r} q_{virs}^X$ であったので，$\hat{q}_{vir}^T$ は次のように書き換えることができる．

$$\hat{q}_{vir}^T = \delta_{ir}^D \hat{q}_{vir}^D + \sum_s \delta_{irs}^X \hat{q}_{virs}^X \tag{67}$$

ただし，δ_{ir}^{D}，δ_{irs}^{X} は当該企業の供給量に占める国内供給，輸出供給のシェアを表しており，次のように定義される．

$$\delta_{ir}^{D} \equiv q_{ir}^{D}/q_{ir}^{T} \qquad \delta_{irs}^{X} \equiv q_{irs}^{X}/q_{ir}^{T}$$

(25) 式，(26) 式 より，(67) 式内の $\hat{q}_{vir}^{D}$，$\hat{q}_{virs}^{X}$ は次のように表現できる．

$$\hat{q}_{vir}^{D} = -\sigma_i^D \hat{p}_{vir} + (\sigma_i^D - \sigma_i^A)\hat{p}_{ir}^{\mathrm{AD},r} + (\sigma_i^A - \varepsilon_{ir}^A)\hat{p}_{ir}^{A,r} \tag{68}$$

$$\hat{q}_{virs}^{X} = -\sigma_i^F \hat{p}_{virs}^{X} + (\sigma_i^F - \sigma_i^M)\hat{p}_{irs}^{M,r} + (\sigma_i^M - \sigma_i^A)\hat{p}_{is}^{\mathrm{AM},r} + (\sigma_i^A - \varepsilon_{is}^A)\hat{p}_{is}^{A,r} \tag{69}$$

上付きの r はその変化率が地域 r の企業によって推測されたものだということを表している[19]．例えば，$\hat{p}_{is}^{A,r}$ は地域 r の企業が推測する地域 s における Armington 財価格の変化率である．

次にライバル企業供給量の変化についての推測を求めよう．ライバル企業の供給量の変化率は次式で与えられる．

$$\delta_{it}^{D}\hat{q}_{it}^{D,r} + \sum_s \delta_{its}^{X}\hat{q}_{its}^{X,r} = 0 \tag{70}$$

$$\hat{q}_{it}^{D,r} = -\sigma_i^D \hat{p}_{it}^{r} + (\sigma_i^D - \sigma_i^A)\hat{p}_{it}^{\mathrm{AD},r} + (\sigma_i^A - \varepsilon_{it}^A)\hat{p}_{it}^{A,r} \tag{71}$$

$$\hat{q}_{its}^{X,r} = -\sigma_i^F \hat{p}_{its}^{X,r} + (\sigma_i^F - \sigma_i^M)\hat{p}_{its}^{M,r} + (\sigma_i^M - \sigma_i^A)\hat{p}_{is}^{\mathrm{AM},r} + (\sigma_i^A - \varepsilon_{is}^A)\hat{p}_{is}^{A,r} \tag{72}$$

ただし，$t = r$ のときは国内のライバル企業を，$t \neq r$ のときは国外のライバル企業を表している．ライバル企業の総供給の変化率が 0 に設定されているのは，Cournot 推測という仮定のためである．

(68) 式–(72) 式 は価格の変化率についての推測を含んでいるので，これを求めよう．まず，(20) 式より $\hat{p}_{ir}^{\mathrm{AD},r}$ は次式のように表すことができる．

$$\hat{p}_{ir}^{\mathrm{AD},r} = \sum_l S_{lir}^{D}\hat{p}_{lir}^{r} = \frac{\hat{p}_{vir} + (n_{ir}-1)\hat{p}_{ir}^{r}}{n_{ir}} \tag{73}$$

同様に，$\hat{p}_{is}^{\mathrm{AD},r}$ $(s \neq r)$ は次式となる．

$$\hat{p}_{is}^{\mathrm{AD},r} = \sum_l S_{lis}^{D}\hat{p}_{lis}^{r} = \hat{p}_{is}^{r} \tag{74}$$

(21) 式より，$\hat{p}_{its}^{M,r}$ は

$$\hat{p}_{irs}^{M,r} = \sum_l S_{lirs}^{X}\hat{p}_{lir}^{X,r} = \frac{\hat{p}_{virs}^{X} + (n_{ir}-1)\hat{p}_{irs}^{X,r}}{n_{ir}} \tag{75}$$

$$\hat{p}_{its}^{M,r} = \sum_l S_{lits}^{X}\hat{p}_{lit}^{X,r} = \hat{p}_{its}^{X,r} \qquad t \neq r \tag{76}$$

となる．同じ手順に従い，他の価格の変化率 (についての推測) を求めると，以下のようになる．

$$\hat{p}_{is}^{\mathrm{AM},r} = \sum_t S_{its}^{M}\hat{p}_{its}^{M,r} \tag{77}$$

$$\hat{p}_{is}^{A,r} = S_{is}^{\mathrm{AD}}\hat{p}_{is}^{\mathrm{AD},r} + S_{is}^{\mathrm{AM}}\hat{p}_{is}^{\mathrm{AM},r} \tag{78}$$

$$\hat{p}_{virs}^{X} = \beta_{irs}\hat{p}_{vir} \tag{79}$$

$$\hat{p}_{its}^{X,r} = \beta_{its}\hat{p}_{it}^{r} \tag{80}$$

[19] 推測であって実際の変数の動きを表すのではないことに注意して欲しい．

最後に $\hat{p}_{vir}$ を標準化して 1 と置く．

$$\hat{p}_{vir} = 1 \tag{81}$$

シミュレーションには (66)–(81) 式を連立方程式の形で導入し，連立方程式を解くことで $\hat{q}^T_{vir}$ を求め，(66) 式からマークアップ率 μ_{ir} を implicit に求めている[20]．

2.5.7 モデル IB

モデル IB では，モデル IC と同様に，企業は全ての地域に対し共通の価格を設定し，総供給のみを決定する．よって，利潤最大化条件はモデル IC の場合と同じである．

$$(1 - t^Y_{ir}) p_{ir} (1 - \mu_{ir}) = c^Y_{ir}$$

地域 r の一企業への需要 q^T_{ir} は国内需要 q^D_{ir}，各地域の輸入需要 q^X_{irs} の和に等しいので

$$q^T_{ir} = q^D_{ir} + \sum_s q^X_{irs}$$

が成り立つ．これより

$$\varepsilon_{ir} = -\frac{\partial \ln q^T_{ir}}{\partial \ln p_{ir}} = -\left[\frac{\partial q^D_{ir}}{\partial p_{ir}} + \sum_s \frac{\partial q^X_{irs}}{\partial p_{ir}}\right] \frac{p_{ir}}{q^T_{ir}} = \sum_s \delta^X_{irs} \varepsilon^X_{irs} + \delta^D_{ir} \varepsilon^D_{ir}$$

が成り立つ．つまり，需要の価格弾力性は各地域での需要の価格弾力性の加重平均に等しくなる．この関係と，マークアップ率が需要の価格弾力性の逆数であるという関係を利用すれば，モデル IB におけるマークアップ率を求めることができる．

$$1/\mu_{ir} = \sum_s \delta^X_{irs} / \mu^X_{irs} + \delta^D_{ir} / \mu^D_{ir}$$

2.6 貿易に関する技術パラメータ

シミュレーションでは貿易円滑化の効果も考慮している．この貿易円滑化は貿易に関する技術パラメータを変化させる (効率性を上昇させる) という形でモデル化されている．以下ではその具体的な方法を説明する．

貿易に関する技術パラメータは (6) 式に導入される．

$$\mathrm{AM}_{ir} = \mathrm{AM}_{ir}(\{M_{isr}\}_s) = \left[\sum_s \alpha^M_{isr} \left(\iota^{\mathrm{ams}}_{isr} M_{isr}\right)^{\frac{\sigma^M_i - 1}{\sigma^M_i}}\right]^{\frac{\sigma^M_i}{\sigma^M_i - 1}}$$

$\iota^{\mathrm{ams}}_{isr}$ が技術パラメータである．この $\iota^{\mathrm{ams}}_{isr}$ が大きいほど，同じ水準の M_{isr} に対し高い AM_{ir} がもたらされることになるので，$\iota^{\mathrm{ams}}_{isr}$ が高いほど技術水準が向上するということになる．

この $\iota^{\mathrm{ams}}_{isr}$ の導入により AM_{ir} の単位費用 (7) 式は次のように修正される．

$$c^{\mathrm{AM}}_{ir} = \left[\sum_s (\alpha^M_{isr})^{\sigma^M_i} \left[\frac{\tilde{p}^M_{isr}}{\iota^{\mathrm{ams}}_{isr}}\right]^{1-\sigma^M_i}\right]^{\frac{1}{1-\sigma^M_i}}$$

[20] 線型の連立方程式であるので，explicit に $\hat{q}^T_{vir}$ について解くこともできるが，非常に繁雑な表現になってしまうので，implicit な形で求めている．

また，輸入に対する (8) 式も次のように修正される．

$$a_{isr}^{M} = \frac{\partial c_{ir}^{\mathrm{AM}}}{\partial \tilde{p}_{isr}^{M}} = \frac{1}{\iota_{isr}^{\mathrm{ams}}} \left[\frac{\alpha_{isr}^{M} c_{ir}^{\mathrm{AM}} \iota_{isr}^{\mathrm{ams}}}{\tilde{p}_{isr}^{M}} \right]^{\sigma_i^M}$$

ベンチマークでは $\iota_{isr}^{\mathrm{ams}} = 1$ と仮定し，貿易円滑化のシミュレーションで $\iota_{isr}^{\mathrm{ams}} = 1.01$ と変更している．

3 データ

3.1 データのソース

シミュレーションのベンチマークとしては 2001 年が基準年である GTAP ver 6 データを利用している[21]．元々の GTAP 6 データは 87 地域，57 部門のデータであるが，これを GTAPAgg6 を利用し 表 1，表 2 の 10 部門，12 地域に統合している．データの修正は次節で説明するサービス貿易障壁データの加工を除き特におこなっていない．

3.2 サービス貿易障壁

3.2.1 サービス貿易障壁のデータ

既存研究では，Brown et al. (2002)，Brown et al. (2003, 2004) や Francois et al. (2005) 等でサービス貿易自由化の効果が分析されている．これらの研究は GTAP データを利用しているが，GTAP データはサービス貿易障壁のデータを含んでいないため，サービス貿易障壁のデータは他のデータをもとに独自に作成している．本稿では，ベンチマークにおいて全ての地域のサービス部門 (SER) に対し 30% の従価関税が課されていると仮定し，サービス貿易障壁を導入している．シミュレーションで分析されるサービス貿易自由化はこうして導入されたサービス貿易に対する仮想的な関税を引き下げることを指している．

3.2.2 ベンチマークデータの調整

元々サービス貿易の障壁が存在していない GTAP データにサービス貿易障壁 (関税) を導入すれば，データ間の整合性が満たされなくなるため，データの調整をおこなう必要がでてくる．本稿では，関税の導入による関税収入の増加分に等しいだけ，最終消費を増加させるという調整をおこない，データ間の整合性を保つようにしている[22]．

4 パラメータ，カリブレーション

4.1 代替の弾力性

代替の弾力性の値は外生的に決定している．まず，生産関数における本源的要素間の代替の弾力性 σ_i^{PF} の値には GTAP 6 データの値を利用している．一方，Armington 弾力性 (σ_i^A) については全ての

[21] GTAP データについては GTAP の web site: `http://www.gtap.agecon.purdue.edu/` を参照して欲しい．

[22] サービス財 i の輸入額 (世界価格) を V_i^M，サービス財 i に対する元々の関税率を t_i^0，新しい関税率を t_i^1 とすると，関税導入により $\Delta_i^T = (t_i^1 - t_i^0) V_i^M$ だけ関税収入が増加することになる．この Δ_i^T に等しいだけ財 i の最終消費額を増加させている．同時に消費税率の調整もおこなっている．

表 4: 本源的要素間の代替の弾力性 (σ_i^{PF}). GTAP データの値を仮定.

部門	σ_i^{PF}
AGR	0.2848
PAG	1.0989
NAT	0.2
TAL	1.26
CRP	1.26
WOO	1.26
MVP	1.26
OME	1.26
OMF	1.26
SER	1.3789

財について 3 を仮定している．また，輸入財間の代替の弾力性 (σ_i^M) については Armington 弾力性の二倍の値，つまり 6 を仮定している．IRTS モデルについてはさらに variety 間の代替の弾力性，σ_i^D，σ_i^F が含まれるが，これについては Armington 弾力性の 4 倍の値，つまり 12 を仮定している．感応度分析では $\sigma_i^A = 4$，$\sigma_i^M = 8$，$\sigma_i^D = \sigma^F = 16$ のケースも分析している．

4.2 カリブレーション

IRTS モデルでは固定費用，企業数，マークアップ率，variety 間の代替の弾力性等のように CRTS モデルには含まれないパラメータ，変数が存在する．さらに，モデル QCV には推測変分パラメータも含まれる．シミュレーションをおこなうにはこれらのパラメータ，変数の値を決める (カリブレートする) 必要がある[23]．前節で説明したように variety 間の代替の弾力性については外生的に決定する．以下では残りのパラメータ，変数の決定方法について説明をおこなう．まず，モデル CD におけるカリブレーションについて説明し，その後，他のモデルの説明をする．モデル CD では基本的には次のような手順に従いカリブレーションをおこなっている．

[1] まず，CDR を外生的に与え，固定費用をカリブレートする．

[2] 次に，利潤最大化条件，ゼロ利潤条件を利用し，マークアップ率と企業数をカリブレートする．

4.2.1 固定費用

固定費用は cost-disadvantage ratio (CDR) を外生的に決めてやることでカリブレートする[24]．具体的には次のような手順に従う．まず，IRTS モデルの費用関数は (9) 式で与えられた．これより，CDR は次のように表せる．

$$\mathrm{CDR} = \frac{\mathrm{AC} - \mathrm{MC}}{\mathrm{AC}} = \frac{\mathrm{FC}}{\mathrm{TC}} \tag{82}$$

AC は平均費用，MC は限界費用，FC は固定費用，TC は総費用である．総費用のベンチマーク値はベンチマークデータより既知であるので，CDR を決定してやれば (82) 式 の関係から固定費用 FC を決定することができる．シミュレーションでは全ての IRTS 部門について CDR を 0.15 と仮定して固定費用をカリブレートしている．感応度分析では CDR が 0.1，0.17 のケースも分析している．

[23]パラメータはモデル外で決定される変数を指し，変数はモデル内で内生的に決まってくるものを指す．ここでの変数の値とはベンチマーク均衡における値のことである．

[24]CDR は $\mathrm{CDR} \equiv (\mathrm{AC} - \mathrm{MC})/\mathrm{AC}$ と定義される．

4.2.2 企業数とマークアップ率

企業数とマークアップ率は利潤最大化条件とゼロ利潤条件を用いてカリブレートしている．まず，(43) 式 と (44) 式をゼロ利潤条件 (49) 式 に代入すると，次式を得る．

$$(1-t_{ir}^{Y})\left[p_{ir}^{D}q_{ir}^{D}\mu_{ir}^{D}+\sum_{s}p_{irs}^{X}q_{irs}^{X}\mu_{irs}^{X}\right]=c_{ir}^{Y}\mathrm{fc}_{ir} \tag{83}$$

一方，モデル CD のマークアップ率は次式で与えられた．

$$\mu_{ir}^{D}=\frac{1}{\sigma_{i}^{D}}+\left\{\frac{1}{\sigma_{i}^{A}}-\frac{1}{\sigma_{i}^{D}}+\left[\frac{1}{\varepsilon_{ir}^{A}}-\frac{1}{\sigma_{i}^{A}}\right]S_{ir}^{\mathrm{AD}}\right\}\frac{1}{n_{ir}} \tag{84}$$

$$\tilde{\mu}_{irs}^{X}=\frac{1}{\sigma_{i}^{F}}+\left\{\frac{1}{\sigma_{i}^{M}}-\frac{1}{\sigma_{i}^{F}}+\left[\frac{1}{\sigma_{i}^{A}}-\frac{1}{\sigma_{i}^{M}}+\left(\frac{1}{\varepsilon_{is}^{A}}-\frac{1}{\sigma_{i}^{A}}\right)S_{is}^{\mathrm{AM}}\right]S_{irs}^{M}\right\}\frac{1}{n_{ir}} \tag{85}$$

ベンチマークデータより，$p_{ir}^{D}q_{ir}^{D}$，$p_{irs}^{X}q_{irs}^{X}$，t_{ir}^{Y}，S_{ir}^{AD}，S_{is}^{AM}，S_{irs}^{M} は既知である．また，代替の弾力性は外生的に決めるのでこれも既知の値であるし，さらに固定費用 $c_{ir}^{Y}\mathrm{fc}_{ir}$ は既に求めてある．よって，(83)– (85) は n_{ir}，μ_{ir}^{D}，μ_{irs}^{X} についての連立方程式になっている．シミュレーションではこの連立方程式を解くことで，ベンチマークの企業数，マークアップ率を導出している[25]．

4.2.3 その他の IRTS モデル

以下では，その他の IRTS モデルでのカリブレーション方法について説明する．まず，モデル CF についてはモデル CD と全く同じ方法を採用している．モデル CH，BD，IC，IB についても，マークアップ率の形式が変わることを除き，モデル CD と同じ方法である．それ以外のモデル LGMC，モデル QCV については異なった方法を採用しているので，以下で説明する．

モデル LGMC

モデル LGMC ではマークアップ率は企業数には依存せず，代替の弾力性の逆数で一定であるのでモデル CD の方法は使えない．そこで以下のような方法を採用している．

Step 1: まず，(50) 式を利用し，マークアップ率をカリブレートする．

Step 2: 次に，企業数を外生的に決定し，ゼロ利潤条件が満されるように固定費用をカリブレートする．

モデル CD ではカリブレートしていた企業数を外生的に与えている点，また CDR からカリブレートしていた固定費用をゼロ利潤条件を使ってカリブレートする点が両者の方法での相異点である．Step 2 で外生的に決める企業数の値はシミュレーション結果には影響しないので，ここでは 1 に規準化している[26]．

[25]厳密には (47) 式，(48) 式も利用している．

[26]ベンチマークの企業数の仮定は変数の絶対的な水準には影響を与えるが，変化率には影響を与えない．後のシミュレーションでは変数の変化率しか分析しないので，ここで企業数をどのような値に規準化してもかまわない．

モデル QCV

モデル QCV でも (83) 式は成り立っているが，マークアップ率は次のように修正された．

$$\mu_{ir}^D = \frac{1}{\sigma_i^D} + \left[\frac{1}{\sigma_i^A} - \frac{1}{\sigma_i^D}\right] \frac{1+(n_{ir}-1)\phi_{ir}^D}{n_{ir}} + \left[\frac{1}{\varepsilon_{ir}^A} - \frac{1}{\sigma_{ir}^A}\right] \frac{S_{ir}^{\mathrm{AD}} + (n_{ir} - S_{ir}^{\mathrm{AD}})\phi_{ir}^D}{n_{ir}} \tag{86}$$

$$\begin{aligned} \mu_{irs}^X = \frac{1}{\sigma_i^F} &+ \left[\frac{1}{\sigma_i^M} - \frac{1}{\sigma_i^F}\right] \frac{1+(n_{ir}-1)\phi_{irs}^X}{n_{ir}} + \left[\frac{1}{\sigma_i^A} - \frac{1}{\sigma_i^M}\right] \frac{S_{irs}^M + (n_{ir} - S_{irs}^M)\phi_{isr}^X}{n_{ir}} \\ &+ \left[\frac{1}{\varepsilon_{ir}^A} - \frac{1}{\sigma_i^A}\right] \frac{S_{irs}^M S_{is}^{\mathrm{AM}} + (n_{ir} - S_{irs}^M S_{is}^{\mathrm{AM}})\phi_{isr}^X}{n_{ir}} \end{aligned} \tag{87}$$

推測変分パラメータ ϕ_{ir}^D，ϕ_{irs}^X が入ってくるためモデル CD の方法では全てのパラメータを決めることができない．そこで同じ推測変分を含んだモデルを利用している Harrison et al. (1996) の方法でカリブレーションをおこなう．具体的には次のような手順に従う．

[1] まず，モデル CD と同様に，CDR を外生的に決めることで固定費用をカリブレートする．

[2] 企業数 n_{ir} も外生的に決定する．

[3] (83) 式，(86)–(87) 式を制約式とした最適化問題を構築し，その最適化問題を解くことで μ_{ir}^D，μ_{irs}^X，ϕ_{ir}^D，ϕ_{irs}^X をカリブレートする．

Step 2 での企業数の値としては，全ての IRTS 部門について 20 を仮定した．また，Step 3 の最適化問題における目的関数としては，Harrison et al. (1996) で利用されている次のような関数を仮定している．

$$\mathrm{Loss}_i = \sum_{s,r,r'} \xi_{ir'r} X_{isr} (\phi_{isr} - \phi_{ir'r})^2 \tag{88}$$

where

$$\begin{aligned} \phi_{isr} &= \begin{cases} \phi_{ir}^D & s = r \\ \phi_{isr}^X & s \neq r \end{cases} \\ X_{isr} &= \begin{cases} p_{ir}^{\mathrm{AD}} \mathrm{AD}_{ir} & s = r \\ \tilde{p}_{isr}^M M_{isr} & s \neq r \end{cases} \\ \theta_{isr} &= X_{isr} / \sum_{r'} X_{ir'r} \\ \xi_{isr} &= \begin{cases} 1 & \text{if } \theta_{isr} = \arg\max_{s'} \{\theta_{is'r}\} \\ 0 & \text{Otherwise.} \end{cases} \end{aligned}$$

ξ_{isr} は地域 r への供給において地域 s からの供給のシェアが最も大きいときに 1 を，その他の場合には 0 とるパラメータである[27]．カリブレーションでは，目的関数 (88) 式を最小化するように，マークアップ率，及び推測変分パラメータ (μ_{ir}^D，μ_{irs}^X，ϕ_{irs}) を決めている．

[27] 地域 r への供給では，国内供給 (つまり，地域 r からの供給) が最大となることが多い．よって，通常では $\xi_{irr} = 1$，$\xi_{isr} = 0$ ($s \neq r$) が成り立つ．しかし，場合によっては $\xi_{irr} = 0$ となるケースもある．例えば，JPN における MIN の国内供給はほぼゼロに近く，ほとんどを輸入に頼っているので $\xi_{\mathrm{MIN,JPN,JPN}} = 0$ が成り立つ．

4.2.4　別のカリブレーション方法

既に説明した通り，モデル CD，CH，CF，BD，IC，IB では第 4.2 節のカリブレーション方法を利用しているが，主論文の感応度分析では別の方法も試している．第 4.2 節の方法では，CDR を外生的に与え，企業数，マークアップ率をカリブレートしている．一方，感応度分析での別の方法では，CDR と企業数の関係を入れ替えて，企業数を外生的に決め，CDR (固定費用) をカリブレートするという方法をとっている．単に企業数と CDR の役割を入れかえているだけであるので，カリブーレションに利用する (83)–(85) 式は全く変わらない．

4.3　Armington 財の需要の価格弾力性

モデル LGMC を除き，マークアップ率には Armington 財への需要の価格弾力性 (ε_{ir}^A) が入ってくる．これまでのモデルについての仮定より，この価格弾力性について次の関係が成立する．

$$\varepsilon_{ir}^A = \frac{C_{ir}^D}{A_{ir}} \tag{89}$$

ただし，$C_{ir}^D = a_{ir}^C U_r$，つまり C_{ir}^D は消費に使われる Armington 財を表している．上の関係は，ε_{ir}^A が Armington 財の中で消費に利用される割合に等しくなるということを意味している．以下，この (89) 式を導出しよう．まず，ε_{ir}^A は次のように定義されていた．

$$\varepsilon_{ir}^A \equiv -\frac{\partial A_{ir}}{\partial p_{ir}^A}\frac{p_{ir}^A}{A_{ir}}$$

Armington 財への需要は最終消費需要 C_{ir}^D，中間需要 I_{ir}^D の和であったので，ε_{ir}^A は次のように書き換えることができる．

$$\varepsilon_{ir}^A = -\left[\frac{\partial C_{ir}^D}{\partial p_{ir}^A} + \frac{\partial I_{ir}^D}{\partial p_{ir}^A}\right]\frac{p_{ir}^A}{A_{ir}}$$

中間需要は Leontief 型の生産関数から導びかれるので，価格に対して反応はせず $\partial I_{ir}^D / \partial p_{ir}^A = 0$ が成立する．それ故，

$$\varepsilon_{ir}^A = -\frac{\partial C_{ir}^D}{\partial p_{ir}^A}\frac{p_{ir}^A}{A_{ir}} = -\frac{\partial C_{ir}^D}{\partial p_{ir}^A}\frac{p_{ir}^A}{C_{ir}^D}\frac{C_{ir}^D}{A_{ir}} \tag{90}$$

一方，最終需要は Cobb-Douglas 型効用関数から導かれるので，非補償需要関数は次式で与えられる．

$$C_{ir}^D = \frac{\theta_{ir}^C H_r}{(1+t_{ir}^C)p_{ir}^A}$$

これより，非補償需要の価格弾力性は 1 となる．

$$\frac{\partial C_{ir}^D}{\partial p_{ir}^A}\frac{p_{ir}^A}{C_{ir}^D} = 1 \tag{91}$$

(90) 式，(91) 式より (89) 式の関係が導かれる．(89) 式 は ε_{ir}^A が 0 から 1 の値をとるということを示している．本来は (89) 式をそのままモデルに組込むのが望ましいが，これには幾つか問題がある．まず，(89) 式で需要の価格弾力性を決めるとすると，最終需要がない (つまり，全て中間投入として利用される) 財については需要の価格弾力性がゼロとなってしまう．需要の価格弾力性はモデル CD,

CH，CF 等ではマークアップ率の分母に入ってくるので，ゼロの値をとるとマークアップ率が定義できなくなってしまう．また，仮にゼロでないとしても，ゼロに近い値であるとマークアップ率が非常に大きい値をとることになり，モデルがかなり不安定になってしまう．以上の問題点を鑑みて，本稿では (89) 式によって需要の価格弾力性を決めるのではなく，$\varepsilon^A_{ir} = 0.5 \ \forall i, r$ と仮定して，カリブレーション，シミュレーションをおこなっている．

5 シミュレーションにおけるモデル

既にモデルについては第 2 節で説明をおこなった．しかし，GAMS で書かれたシミュレーションのプログラムでは，第 2 節でのモデルの記述とは幾分異なった方法でモデルを記述している．そこで，ここではシミュレーションのプログラムに沿った形式でモデルを記述しておくことにする．

[1] 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 については後の説明も参照して欲しい．

[2] 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，

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

のように書かれている条件は正確には

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

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．

[3] 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．

[4] 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，CRTS 部門の生産量 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．

[5] GAMS のプログラムでは一部 Thomas F. Rutherford 氏の作成したプログラム (GTAP6inGAMS に付属の `gtap6data.gms`) を利用させていただいた (Rutherford, 2006).

5.1 Calibrated share form

CES 関数には (4) 式に現れる α^F_{fir} のようなシェアパラメータが含まれている．シミュレーションをおこなうにはまずこれらのシェアパラメータを特定化する必要がある．通常はベンチマークデータを利用してカリブレートするという方法がとられる．よって，普通の CES 関数の記述方法をとっているときには，モデルを記述するプログラムとは別にシェアパラメータをカリブレートするためのプログラムも書く必要がある．Calibrated share form の CES 関数とはシェアパラメータをカリブレートするプログラムを書かずにシミュレーションをおこなうための CES 関数の記述方法である．

例えば，合成本源的要素の価格指数 (4) 式，本源的要素の単位需要関数 (5) 式を calibrated share form で表現すると次のようになる．

$$p_{ir}^{\mathrm{PF}} = \bar{p}_{ir}^{\mathrm{PF}} \left[\sum_f \theta_{fir}^F \left[\frac{\tilde{p}_{fir}^F}{\bar{\tilde{p}}_{fir}^F} \right]^{1-\sigma_{ir}^{\mathrm{PF}}} \right]^{\frac{1}{1-\sigma_i^{\mathrm{PF}}}} \tag{92}$$

$$a_{fir}^F = \bar{a}_{fir}^F \left[\frac{p_{ir}^{\mathrm{PF}} / \bar{p}_{ir}^{\mathrm{PF}}}{\tilde{p}_{fir}^F / \bar{\tilde{p}}_{fir}^F} \right]^{\sigma_i^{\mathrm{PF}}} \tag{93}$$

バー付きの変数はベンチマーク値を表している．

これは次のように求めることができる．まず，ベンチマークにおいて均衡条件が満たされているという仮定を置くので，(5) 式より次式が成立する．

$$\bar{a}_{fir}^F = \bar{a}_{ir}^{\mathrm{PF}} \left[\frac{\alpha_{fir}^F \bar{p}_{ir}^{\mathrm{PF}}}{\bar{\tilde{p}}_{fir}^F} \right]^{\sigma_i^{\mathrm{PF}}}$$

これをシェアパラメータである α_{fir}^F について解くと，

$$\alpha_{fir}^F = \left[\frac{\bar{a}_{fir}^F}{\bar{a}_{ir}^{\mathrm{PF}}} \right]^{\frac{1}{\sigma_{ir}^{\mathrm{PF}}}} \frac{\bar{\tilde{p}}_{fir}^F}{\bar{p}_{ir}^{\mathrm{PF}}}$$

となる．これを (4) 式，(5) 式に代入すれば，上の二つの calibrated share form を導くことができる．(92) 式，(93) 式を見るとわかるように，Calibrated share form の表記ではシェアパラメータが消去されているので，それを別途にカリブレートする必要はなくなる．カリブレートするためのプログラムを書かなくてよいので，プログラムが簡潔になるという利点がある[28]．

Calibrated share form について詳しくは Rutherford (1998) を参照されたい．

5.2 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．

Activity レベル

記号	説明	プログラム
Y_{ir}	CRTS 部門の生産 ($i \in C$)	`y(i,r)`
Y_{ir}^{XT}	IRTS 部門による国際輸送部門の投入物の生産 ($i \in K$)	`y_xt(i,r)`
A_{ir}	Armington 統合	`a(i,r)`
AD_{ir}	国内 variety の統合 ($i \in K$)	`ad(i,r)`
AM_{ir}	異なる地域からの輸入財の統合	`am(i,r)`
M_{isr}	輸入 variety 統合 ($i \in K$)	`m(i,s,r)`
U_r	効用	`u(r)`
Y^T	国際輸送サービス	`yt`

[28] ただし，ベンチマークにおける本源的要素 f の投入シェア θ_{fir}^F は求めておかなければならない．

IRTS 部門に関連する変数

記号	説明	プログラム
π_{ir}	IRTS 部門の企業の利潤 ($i \in K$)	`profit(i,r)`
q_{ir}^{D}	IRTS 部門の各企業の国内供給量 ($i \in K$)	`q_d(i,r)`
q_{irs}^{X}	地域 r の IRTS 部門の企業の地域 s への輸出供給量 ($i \in K$)	`q_x(i,r,s)`
μ_{ir}^{D}	国内供給に対するマークアップ率 ($i \in K$)	`mu_d(i,r)`
μ_{irs}^{X}	輸出供給 (地域 s への供給) に対するマークアップ率 (輸送費の調整をしたもの) ($i \in K$)	`mu_x(i,r,s)`
$\tilde{\mu}_{irs}^{X}$	輸出供給 (地域 s への供給) に対するマークアップ率 ($i \in K$)	`mu_xx(i,r,s)`
β_{irs}	($i \in K$)	`beta(i,r,s)`
n_{ir}	IRTS 部門の企業数 ($i \in K$)	`n(i,r)`
q_{ir}^{T}	IRTS 部門の各企業の総生産量 ($i \in K$)	`q_t(i,r)`
q_{ir}^{TT}	IRTS 部門の各企業の総生産量＋固定投入物 ($i \in K$)	`q_tt(i,r)`
S_{ir}^{AD}	Armington 統合における国内財のシェア ($i \in K$)	`s_ad(i,r)`
S_{ir}^{AM}	Armington 統合における輸入財のシェア ($i \in K$)	`s_am(i,r)`
S_{isr}^{M}	地域 r の輸入財統合における地域 s からの輸入のシェア ($i \in K$)	`s_m(i,s,r)`
AC_{ir}	平均費用 ($i \in K$)	`ac(i,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}^{A}	Armington 統合の単位費用	`c_a(i,r)`
c_{ir}^{AD}	国内 variety 統合の単位費用	`c_ad(i,r)`
c_{r}^{U}	効用の単位費用	`c_u(r)`
c_{ir}^{AM}	輸入財統合の単位費用	`c_am(i,r)`
c_{isr}^{M}	輸入 variety 統合の単位費用	`c_m(i,s,r)`
c^{T}	国際輸送部門の単位費用	`c_t`
p_{ir}^{PF}	合成本源的要素の価格指数	`p_pf(i,r)`
p_{r}^{INV}	投資財の価格指数	`p_inv(r)`
p_{ir}^{Y}	CRTS 部門の財の価格	`p_y(i,r)`
p_{ir}^{D}	国内 variety の価格 ($i \in K$)	`p_d(i,r)`
p_{irs}^{X}	輸出 variety の価格 ($i \in K$)	`p_x(i,r,s)`
$\tilde{p}_{irs}^{X}$	輸出財 (variety) の CIF 価格	`p_x_(i,r,s)`
p_{ir}^{AD}	合成国内 variety の価格指数 ($i \in K$)	`p_ad(i,r)`
p_{ir}^{AM}	合成輸入財の価格指数	`p_am(i,r)`
p_{isr}^{M}	輸入財の CIF 価格	`p_m(i,s,r)`
p^{T}	国際輸送サービスの価格	`p_t`
p_{ir}^{A}	Armington 財の価格	`p_a(i,r)`
p_{fr}^{F}	本源的要素 f の価格	`p_f(f,r)`
p_{r}^{U}	効用の価格指数	`p_u(r)`

需要関数

記号	説明	プログラム
a_{fir}^{F}	部門 i の本源的要素 f に対する単位需要	`a_f(f,i,r)`
a_{ir}^{C}	Armington 財 i に対する単位最終消費需要	`a_c(i,r)`
a_{ir}^{AD}	Armington 統合における国内財への単位需要	`a_ad(i,r)`
a_{ir}^{AM}	Armington 統合における合成輸入財への単位需要	`a_am(i,r)`
a_{isr}^{M}	地域 r の輸入財統合における地域 s からの輸入への単位需要	`a_m(i,s,r)`
a_{ir}^{DD}	国内 variety への単位需要	`a_dd(i,r)`
a_{isr}^{MM}	地域 r における地域 s からの輸入 variety に対する単位需要	`a_mm(i,s,r)`
a_{ir}^{T}	国際輸送部門の地域 r からの投入物 i に対する単位需要	`a_t(i,r)`

シェアパラメータ (外生変数)

シェアパラメータはベンチマークの値で一定である.

記号	説明	プログラム
θ_{ir}^{C}	最終消費における財 i への支出シェア	sh_c(i,r)
θ_{fir}^{F}	本源的要素における要素 f の支出シェア	sh_f(f,i,r)
θ_{jir}^{I}	生産コストにおける中間財 j への支出シェア	sh_i(j,i,r)
$\theta_{ir}^{\mathrm{PF}}$	生産コストにおける本源的要素への支出シェア	sh_pf(i,r)
$\theta_{ir}^{\mathrm{AD}}$	Armington 統合における国内財の支出シェア	sh_ad(i,r)
$\theta_{ir}^{\mathrm{AM}}$	Armington 統合における輸入財への支出シェア	sh_am(i,r)
θ_{isr}^{M}	地域 r の輸入財統合における地域 s からの輸入への支出シェア	sh_m(i,s,r)
θ_{ir}^{T}	国際輸送部門の費用に占める地域 r からの投入物 i への支出シェア	sh_t(i,r)
$\theta_{ir}^{\mathrm{IMP}}$	輸入額に占める (輸送コストを除いた) 輸入財の価値のシェア	sh_imp(i,r,s)

代替の弾力性 (外生変数)

記号	説明	プログラム
σ_{i}^{A}	Armington 統合における国内財と輸入財の間の EOS	sig_a(i,r)
σ_{i}^{M}	異なった地域からの輸入財間の EOS	sig_m(i,r)
σ_{i}^{PF}	本源的要素間の EOS	sig_pf(i,r)
σ_{i}^{D}	国内 variety 間の EOS	sig_dd(i,r)
σ_{i}^{F}	輸入 variety 間の EOS	sig_ff(i,r)

税率 (外生変数)

記号	説明	プログラム
t_{ir}^{Y}	部門 i に対する生産税率	rto(i,r)
t_{jir}^{I}	部門 i の中間投入 j に対する税率	rti(j,i,r)
t_{fir}^{F}	部門 i の本源的要素 f に対する税率	rtf(f,i,r)
t_{irs}^{X}	輸出補助金率	rtxs(i,r,s)
t_{irs}^{M}	関税率	rtms(i,r,s)
t_{ir}^{C}	最終消費に対する税率	rtc(i,r)

統合市場モデルのための変数

記号	説明	プログラム
μ_{ir}	全体のマークアップ率 ($i \in K$)	mu(i,r)
p_{ir}^{COM}	統合市場における価格 ($i \in K$)	p_com(i,r)
δ_{ir}^{D}	総供給に占める国内供給のシェア ($i \in K$)	delta_d(i,r)
δ_{irs}^{X}	総供給に占める輸出供給 (地域 s への供給) のシェア ($i \in K$)	delta_x(i,r,s)

モデル QCV のための変数 (外生変数)

記号	説明	プログラム
ϕ_{ir}^{D}	国内供給についての推測変分パラメータ ($i \in K$) (外生変数)	phi0(i,r,r)
ϕ_{irs}^{X}	地域 s への輸出供給についての推測変分パラメータ ($i \in K$) (外生変数)	phi0(i,r,s)

モデル IC のための変数

記号	説明	プログラム
$\hat{q}^T_{vir}$	Change in own total supply ($i \in K$)	`h_qtv(i,r)`
$\hat{q}^D_{vir}$	Change in own domestic supply ($i \in K$)	`h_qdv(i,r)`
$\hat{q}^X_{virs}$	Change in own export supply ($i \in K$)	`h_qxv(i,r,s)`
$\hat{p}^r_{it}$	Conjectured change in rival firm's price ($i \in K$)	`h_p(r,i,t)`
$\hat{q}^{D,r}_{it}$	Conjectured change in rival firm's domestic supply ($i \in K$)	`h_qd(r,i,t)`
$\hat{q}^{X,r}_{its}$	Conjectured change in rival firm's export supply ($i \in K$)	`h_qx(r,i,t,s)`
$\hat{p}^{\mathrm{AD},r}_{is}$	Conjectured change in p^{AD}_{is} ($i \in K$)	`h_pad(r,i,s)`
$\hat{p}^{M,r}_{its}$	Conjectured change in p^M_{its} ($i \in K$)	`h_pmu(i,r)`
$\hat{p}^{\mathrm{AM},r}_{is}$	Conjectured change in p^{AM}_{is} ($i \in K$)	`h_pam(r,i,s)`
$\hat{p}^{A,r}_{is}$	Conjectured change in p^A_{is} ($i \in K$)	`h_pa(r,i,s)`
$\hat{p}^X_{virs}$	Change in own export price ($i \in K$)	
$\hat{p}^{X,r}_{its}$	Conjectured change in p^X_{its} ($i \in K$)	

その他の変数，パラメータ

記号	説明	プログラム
H_r	代表的家計の所得	`inc_ra(r)`
$\bar{a}^I_{jir}$	部門 i の中間財 j に対する投入係数 (外生変数)	`v_fm(j,i,r)`
$\bar{F}_{fr}$	本源的要素の賦存量 (外生変数)	`evom(f,r)`
INV_r	投資需要 (外生変数)	`inv(r)`
BOP_r	海外からのキャピタルフロー (外生変数)	`vb(r)`
τ_{irs}	地域 r から地域 s へ一単位の財 i を輸送するのに必要な輸送サービスの量 (外生変数)	`tau(i,r,s)`
fc_{ir}	IRTS 部門の企業の固定投入物 ($i \in K$) (外生変数)	`fc0(i,r)`
ε^A_{ir}	Armington 財の需要の価格弾力性 (外生変数)	`eod(i,r)`
$\iota^{\mathrm{ams}}_{irs}$	輸入についての技術変化 (外生変数)	`ams(i,r,s)`

5.3 IRTS モデル (モデル CD)

ここでは IRTS 部門の均衡条件を提示する．まず，IRTS モデルとしてモデル CD をとりあげ，後に他のモデルでどのように均衡条件が修正されるかを説明する．

5.3.1 利潤最大化

地域 r における IRTS 部門 i の企業の利潤: 地域 r における IRTS 部門 i の企業の利潤は次式で定義される．

$$\pi_{ir} = (1 - t^Y_{ir}) \left[p^D_{ir} q^D_{ir} + \sum_s p^X_{irs} q^X_{irs} \right] - c^Y_{ir} q^{\mathrm{TT}}_{ir} \qquad \{\pi_{ir}\}_{i \in K}$$

ただし，

$$q^T_{ir} = q^D_{ir} + \sum_s q^X_{irs} \qquad \{q^T_{ir}\}_{i \in K}$$

$$q^{\mathrm{TT}}_{ir} = q^T_{ir} + \mathrm{fc}_{ir} \qquad \{q^{\mathrm{TT}}_{ir}\}_{i \in K}$$

利潤最大化条件: 利潤最大化の一階の条件は次式で与えられる．

$$c_{ir}^Y \geq (1-t_{ir}^Y) p_{ir}^D \left[1-\mu_{ir}^D\right] \qquad \{q_{ir}^D\}_{i\in K}$$
$$c_{ir}^Y \geq (1-t_{ir}^Y) p_{irs}^X \left[1-\mu_{irs}^X\right] \qquad \{q_{irs}^X\}_{i\in K}$$

モデル CD では各地域の市場は分断されているので，利潤最大化条件は供給先によって区別される．左辺が限界費用を，右辺が限界収入を表している．

ゼロ利潤条件: モデル CD では参入退出が自由と仮定している．よって，企業数 (variety 数) はゼロ利潤条件が満たされるように内生的に決定される．このゼロ利潤条件は次式で与えられる．

$$0 \geq \pi_{ir} \qquad \{n_{ir}\}_{i\in K}$$

平均費用:

$$\mathrm{AC}_{ir} = \frac{c_{ir}^Y q_{ir}^{\mathrm{TT}}}{q_{ir}^T} \qquad \{\mathrm{AC}_{ir}\}$$

5.3.2 マークアップ率

マークアップ率 マークアップ率は次式で与えられる．

$$\mu_{ir}^D = \frac{1}{\sigma_i^D} + \left\{\frac{1}{\sigma_i^A} - \frac{1}{\sigma_i^D} + \left[\frac{1}{\varepsilon_{ir}^A} - \frac{1}{\sigma_i^A}\right] S_{ir}^{\mathrm{AD}}\right\} \frac{1}{n_{ir}} \qquad \{\mu_{ir}^D\}_{i\in K}$$
$$\tilde{\mu}_{isr}^X = \frac{1}{\sigma_i^F} + \left\{\frac{1}{\sigma_i^M} - \frac{1}{\sigma_i^F} + \left[\frac{1}{\sigma_i^A} - \frac{1}{\sigma_i^M} + \left(\frac{1}{\varepsilon_{ir}^A} - \frac{1}{\sigma_i^A}\right) S_{ir}^{\mathrm{AM}}\right] S_{isr}^M\right\} \frac{1}{n_{is}} \qquad \{\tilde{\mu}_{irs}^X\}_{i\in K}$$
$$\mu_{irs}^X = \tilde{\mu}_{irs}^X / \beta_{irs} \qquad \{\mu_{irs}^X\}_{i\in K}$$
$$\beta_{irs} = \frac{(1-t_{irs}^X) p_{irs}^X}{(1-t_{irs}^X) p_{irs}^X + p^T \tau_{irs}} \qquad \{\beta_{irs}\}_{i\in K}$$

分断市場の仮定より，利潤最大化条件が供給先によって区別されたのと同様に，マークアップ率も供給先別に区別される．また，輸出供給に対するマークアップ率には輸送費用の調整をおこなう必要がある．

シェア変数: マークアップ率に現れるシェア変数は次のように定義される．

$$S_{ir}^{\mathrm{AD}} = \frac{p_{ir}^{\mathrm{AD}} \mathrm{AD}_{ir}}{p_{ir}^A A_{ir}} \qquad \{S_{ir}^{\mathrm{AD}}\}_{i\in K}$$
$$S_{ir}^{\mathrm{AM}} = \frac{p_{ir}^{\mathrm{AM}} \mathrm{AM}_{ir}}{p_{ir}^A A_{ir}} \qquad \{S_{ir}^{\mathrm{AM}}\}_{i\in K}$$
$$S_{irs}^M = \frac{(1+t_{irs}^M) p_{irs}^M M_{irs}}{p_{is}^{\mathrm{AM}} \mathrm{AM}_{is}} \qquad \{S_{irs}^M\}_{i\in K}$$

5.4 単位費用と価格指数

合成本源的要素の価格指数: 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．

$$p_{ir}^{\mathrm{PF}} = \bar{p}_{ir}^{\mathrm{PF}} \left[\sum_f \theta_{fir}^F \left[\frac{(1+t_{fir}^F) p_{fr}^F}{(1+\bar{t}_{fir}^F) \bar{p}_{fr}^F} \right]^{1-\sigma_i^{\mathrm{PF}}} \right]^{\frac{1}{1-\sigma_i^{\mathrm{PF}}}} \qquad \{p_{ir}^{\mathrm{PF}}\}$$

生産の単位費用: 部門 i の単位費用は次式で与えられる．

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

生産技術は Leontief 型であるので，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．IRTS モデルではこの c_{ir}^Y が限界費用の意味を持つ (固定費用があるので平均費用には等しくはならない).

Armington 統合の単位費用: Armington 統合 (国内財と輸入財の統合) の単位費用は次式で与えられる．

$$c_{ir}^A = \bar{c}_{ir}^A \left[\theta_{ir}^{\mathrm{AD}} \left(\frac{p_{ir}^Y}{\bar{p}_{ir}^Y} \right)^{1-\sigma_i^A} + \theta_{ir}^{\mathrm{AM}} \left(\frac{p_{ir}^{\mathrm{AM}}}{\bar{p}_{ir}^{\mathrm{AM}}} \right)^{1-\sigma_i^A} \right]^{\frac{1}{1-\sigma_i^A}} \qquad \{c_{ir}^A\}_{i \in C}$$

$$c_{ir}^A = \bar{c}_{ir}^A \left[\theta_{ir}^{\mathrm{AD}} \left(\frac{p_{ir}^{\mathrm{AD}}}{\bar{p}_{ir}^{\mathrm{AD}}} \right)^{1-\sigma_i^A} + \theta_{ir}^{\mathrm{AM}} \left(\frac{p_{ir}^{\mathrm{AM}}}{\bar{p}_{ir}^{\mathrm{AM}}} \right)^{1-\sigma_i^A} \right]^{\frac{1}{1-\sigma_i^A}} \qquad \{c_{ir}^A\}_{i \in K}$$

IRTS モデルでは国内財の価格が合成国内 variety の価格指数に置き換えられる．

国内 variety 統合の単位費用: IRTS 財については，異なった variety の統合が CES 関数によっておこなわれる．よって，国内 variety 統合の単位費用は次式で与えられる．

$$c_{ir}^{\mathrm{AD}} = \bar{c}_{ir}^{\mathrm{AD}} \left[\frac{n_{ir}}{\bar{n}_{ir}} \right]^{\frac{1}{1-\sigma_i^D}} \frac{p_{ir}^D}{\bar{p}_{ir}^D} \qquad \{c_{ir}^{\mathrm{AD}}\}_{i \in K}$$

効用の単位費用: 効用は最終消費の 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．

$$c_r^U = \bar{c}_r^U \prod_i \left[\frac{(1+t_{ir}^C) p_{ir}^A}{(1+\bar{t}_{ir}^C) \bar{p}_{ir}^A} \right]^{\theta_{ir}^C} \qquad \{c_r^U\}$$

輸入財統合の単位費用: 異なった地域からの輸入財は CES 関数で統合された．この単位費用は次式で与えられる．

$$c_{ir}^{\mathrm{AM}} = \bar{c}_{ir}^{\mathrm{AM}} \left[\sum_s \theta_{isr}^M \left[\frac{(1+t_{isr}^M) p_{isr}^M}{(1+\bar{t}_{isr}^M) \bar{p}_{isr}^M \iota_{isr}^{\mathrm{ams}}} \right]^{1-\sigma_i^M} \right]^{\frac{1}{1-\sigma_i^M}} \qquad \{c_{ir}^{\mathrm{AM}}\}$$

$\iota_{irs}^{\mathrm{ams}}$ は地域 r から 地域 s への輸入についての技術水準を表すパラメータである．

輸入 variety 統合の単位費用: IRTS モデルでは輸入 variety が CES 関数で統合される．地域 s における地域 r からの輸入 variety の統合の単位費用 c^M_{irs} は次式で与えられる．

$$c^M_{irs} = \bar{c}^M_{irs} \left[\frac{n_{ir}}{\bar{n}_{ir}} \right]^{\frac{1}{1-\sigma^F_i}} \frac{\tilde{p}^X_{irs}}{\bar{\tilde{p}}^X_{irs}} \qquad \{c^M_{irs}\}_{i \in K}$$

輸入財の CIF 価格: 輸入財の CIF 価格は輸出補助金，及び輸送費を含んだ (そして，関税は含んでいない) 価格である．よって，以下のように表すことができる．

$$\tilde{p}^X_{irs} = \bar{\tilde{p}}^X_{irs} \left[\theta^{\mathrm{IMP}}_{irs} \frac{(1-t^X_{irs}) p^X_{irs}}{(1-\bar{t}^X_{irs}) \bar{p}^X_{irs}} + (1-\theta^{\mathrm{IMP}}_{irs}) \frac{p^T \tau_{irs}}{\bar{p}^T \bar{\tau}_{irs}} \right] \qquad \{\tilde{p}^X_{irs}\}_{i \in K}$$

$$\tilde{p}^X_{irs} = \bar{\tilde{p}}^X_{irs} \left[\theta^{\mathrm{IMP}}_{irs} \frac{(1-t^X_{irs}) p^Y_{ir}}{(1-\bar{t}^X_{irs}) \bar{p}^Y_{ir}} + (1-\theta^{\mathrm{IMP}}_{irs}) \frac{p^T \tau_{irs}}{\bar{p}^T \bar{\tau}_{irs}} \right]$$

国際輸送部門の単位費用: 国際輸送部門は Cobb-Douglas 型生産関数で輸送サービスを生産していた．よって，その単位費用は次のように表せる．

$$c^T = \bar{c}^T \prod_{i,r} \left[\frac{p^Y_{ir}}{\bar{p}^Y_{ir}} \right]^{\theta^T_{ir}} \qquad \{c^T\}$$

投資財の価格: 投資財の価格 (p^{INV}_r) は cgd 財の価格のことである．

$$p^{\mathrm{INV}}_r = p^Y_{\mathrm{cgd},r} \qquad \{p^{\mathrm{INV}}_r\}$$

5.4.1 単位需要関数

本源的要素への需要:

$$a^F_{fir} = \bar{a}^F_{fir} \left[\frac{p^{\mathrm{PF}}_{ir} / \bar{p}^{\mathrm{PF}}_{ir}}{(1+t^F_{fir}) p^F_{fr} / [(1+\bar{t}^F_{fir}) \bar{p}^F_{fr}]} \right]^{\sigma^{\mathrm{PF}}_i} \qquad \{a^F_{fir}\}$$

最終消費需要:

$$a^C_{ir} = \bar{a}^C_{ir} \frac{c^U_r / \bar{c}^U_r}{(1+t^C_{ir}) p^A_{ir} / [(1+\bar{t}^C_{ir}) \bar{p}^A_{ir}]} \qquad \{a^C_{ir}\}$$

Armington 統合からの国内財への需要: 地域 r における Armington 統合における国内財に対する需要．

$$a^{\mathrm{AD}}_{ir} = \bar{a}^{\mathrm{AD}}_{ir} \left[\frac{c^A_{ir} / \bar{c}^A_{ir}}{p^Y_{ir} / \bar{p}^Y_{ir}} \right]^{\sigma^A_i} \qquad \{a^{\mathrm{AD}}_{ir}\}_{i \in C}$$

$$a^{\mathrm{AD}}_{ir} = \bar{a}^{\mathrm{AD}}_{ir} \left[\frac{c^A_{ir} / \bar{c}^A_{ir}}{p^{\mathrm{AD}}_{ir} / \bar{p}^{\mathrm{AD}}_{ir}} \right]^{\sigma^A_i} \qquad \{a^{\mathrm{AD}}_{ir}\}_{i \in K}$$

Armington 統合からの輸入財への需要: 地域 r における Armington 統合における合成輸入財 (各地域からの輸入財が統合されたもの) に対する需要.

$$a_{ir}^{\mathrm{AM}} = \bar{a}_{ir}^{\mathrm{AM}} \left[\frac{c_{ir}^{A} / \bar{c}_{ir}^{A}}{p_{ir}^{\mathrm{AM}} / \bar{p}_{ir}^{\mathrm{AM}}} \right]^{\sigma_i^A} \qquad \{a_{ir}^{\mathrm{AM}}\}$$

輸入財統合の各地域からの輸入財への需要: 地域 s における輸入財における各地域からの輸入財に対する需要.

$$a_{irs}^{M} = \frac{\bar{a}_{irs}^{M}}{\iota_{irs}^{\mathrm{ams}}} \left[\frac{c_{is}^{\mathrm{AM}} \iota_{irs}^{\mathrm{ams}} / \bar{c}_{is}^{\mathrm{AM}}}{(1 + t_{irs}^{M}) p_{irs}^{M} / [(1 + \bar{t}_{irs}^{M}) \bar{p}_{irs}^{M}]} \right]^{\sigma_i^M} \qquad \{a_{irs}^{M}\}$$

国内 variety への需要: 地域 r における国内 vareity への需要.

$$a_{ir}^{\mathrm{DD}} = \bar{a}_{ir}^{\mathrm{DD}} \left[\frac{n_{ir}}{\bar{n}_{ir}} \right]^{\frac{\sigma_i^D}{1-\sigma_i^D}} \qquad \{a_{ir}^{\mathrm{DD}}\}$$

輸入 variety への需要: 地域 s における地域 r からの輸入 variety に対する需要.

$$a_{irs}^{\mathrm{MM}} = \bar{a}_{irs}^{\mathrm{MM}} \left[\frac{n_{ir}}{\bar{n}_{ir}} \right]^{\frac{\sigma_i^F}{1-\sigma_i^F}} \qquad \{a_{irs}^{\mathrm{MM}}\}$$

国際輸送部門の投入物への需要:

$$a_{ir}^{T} = \bar{a}_{ir}^{T} \frac{c^{T} / \bar{c}^{T}}{p_{ir}^{Y} / \bar{p}_{ir}^{Y}} \qquad \{a_{ir}^{T}\}$$

5.4.2 ゼロ利潤条件

生産活動: CRTS 部門の生産活動．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

$$c_{ir}^{Y} \geq (1 - t_{ir}^{Y}) p_{ir}^{Y} \qquad \{Y_{ir}\}_{i \in C}$$

で与えられる．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.

国際輸送部門への投入物の生産: 国際輸送部門への投入物を生産する IRTS 部門の生産活動.

$$c_{ir}^{Y} \geq (1 - t_{ir}^{Y}) p_{ir}^{Y} \qquad \{Y_{ir}^{\mathrm{XT}}\}_{i \in K}$$

Armington 統合:

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

国内 variety 統合:

$$c_{ir}^{\mathrm{AD}} \geq p_{ir}^{\mathrm{AD}} \qquad \{\mathrm{AD}_{ir}\}_{i \in K}$$

輸入財統合:

$$c_{ir}^{\mathrm{AM}} \geq p_{ir}^{\mathrm{AM}} \qquad \{\mathrm{AM}_{ir}\}$$

輸入 variety 統合:

$$c_{irs}^{M} \geq p_{irs}^{M} \qquad \{M_{irs}\}_{i \in K}$$
$$M_{irs} = a_{irs}^{M} \mathrm{AM}_{irs} \qquad \{M_{irs}\}_{i \in C}$$

効用:

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

国際輸送部門:

$$c^T \geq p^T \qquad \{Y^T\}$$

5.4.3 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．

CRTS 部門の財の市場 ($i \in C, i \neq \mathrm{cgd}$): CRTS 部門の供給は Y_{ir} で与えられ，需要は国内需要，他の地域の輸入需要，国際輸送部門の投入需要から構成される．

$$Y_{ir} \geq a_{ir}^{\mathrm{AD}} A_{ir} + \sum_s a_{irs}^{M} \mathrm{AM}_{is} + a_{ir}^{T} Y^T \qquad \{p_{ir}^Y\}$$

IRTS 部門の国際輸送部門への供給 ($i \in K$):

$$Y_{ir}^{\mathrm{XT}} \geq a_{ir}^{T} Y^T \qquad \{p_{ir}^Y\}$$

投資財の市場 ($i \in C, i = \mathrm{cgd}$): 投資財の供給は $Y_{\mathrm{cgd},r}$，需要は投資需要 I_r で与えられる．

$$Y_{ir} \geq \mathrm{INV}_r \qquad \{p_{ir}^Y\}$$

国内 variety の市場 ($i \in K$): IRTS 部門が国内に供給する variety (国内 variety) の市場．Variety は企業別に差別化されているので，供給も需要も企業別に考える必要がある．供給は q_{ir}^D，需要は $a_{ir}^{\mathrm{DD}} \mathrm{AD}_{ir}$ で与えられる．

$$q_{ir}^D \geq a_{ir}^{\mathrm{DD}} \mathrm{AD}_{ir} \qquad \{p_{ir}^D\}$$

輸出向け variety の市場 ($i \in K$): IRTS 部門が輸出向けに (地域 s に) 供給する variety (輸出 variety) の市場．供給は q_{irs}^X，需要は $a_{irs}^{\mathrm{MM}} M_{irs}$ で与えられる．

$$q_{irs}^X \geq a_{irs}^{\mathrm{MM}} M_{irs} \qquad \{p_{irs}^X\}$$

国際輸送部門の投入物の市場 ($i \in K$): IRTS 部門が生産する国際輸送部門の投入物の市場.

$$Y_{ir}^{\mathrm{XT}} \geq a_{ir}^{T} Y^{T} \qquad \{p_{ir}^{Y}\}$$

合成国内 variety の市場 ($i \in K$): 統合された国内 variety (合成国内 variety) の市場. 供給は AD_{ir}, 需要は $a_{ir}^{\mathrm{AD}} A_{ir}$ である.

$$\mathrm{AD}_{ir} \geq a_{ir}^{\mathrm{AD}} A_{ir} \qquad \{p_{ir}^{\mathrm{AD}}\}$$

合成輸入財の市場: 各地域からの輸入財を統合した合成輸入財の市場. 供給は AM_{ir}, 需要は $a_{ir}^{\mathrm{AM}} A_{ir}$ である.

$$\mathrm{AM}_{ir} \geq a_{ir}^{\mathrm{AM}} A_{ir} \qquad \{p_{ir}^{\mathrm{AM}}\}$$

合成輸入 variety の市場: 輸入 variety を統合した合成輸入 variety の市場. 供給は M_{irs}, 需要は $a_{irs}^{M} \mathrm{AM}_{is}$ で与えられる. CRTS 部門 ($i \in C$) に関しては, 輸入財の CIF 価格の定義.

$$M_{irs} \geq a_{irs}^{M} \mathrm{AM}_{is} \qquad \{p_{irs}^{M}\}_{i \in K}$$
$$p_{irs}^{M} = \tilde{p}_{irs}^{X} \qquad \{p_{irs}^{M}\}_{i \in C}$$

国際輸送サービスの市場: 国際輸送サービスの市場. 供給は Y^{T} である. 需要は CRTS 財の輸送に伴う需要 ($\tau_{isr} a_{isr}^{M} \mathrm{AM}_{ir}$) と IRTS 財の輸送に伴う需要 ($\tau_{isr} n_{is} a_{isr}^{\mathrm{MM}} M_{isr}$) の和で与えられる.

$$Y^{T} \geq \sum_{i \in C, s, r} \tau_{isr} a_{isr}^{M} \mathrm{AM}_{ir} + \sum_{i \in K, s, r} \tau_{isr} n_{is} a_{isr}^{\mathrm{MM}} M_{isr} \qquad \{p^{T}\}$$

Armington 財の市場: Armington 財の供給は A_{ir}, 需要は最終消費需要と中間需要の和で与えらえる.

$$A_{ir} \geq \sum_{j \in C} \bar{a}_{ijr}^{I} Y_{jr} + \sum_{j \in K} \bar{a}_{ijr}^{I} (Y_{jr}^{\mathrm{XT}} + n_{jr} q_{jr}^{\mathrm{TT}}) + a_{ir}^{C} U_{r} \qquad \{p_{ir}^{A}\}$$

本源的要素の市場:

$$\bar{F}_{fr} \geq \sum_{i \in C} a_{fir}^{F} Y_{ir} + \sum_{i \in K} a_{fir}^{F} (Y_{ir}^{\mathrm{XT}} + n_{ir} q_{ir}^{\mathrm{TT}}) \qquad \{p_{fr}^{F}\}$$

効用: 以下の関係で効用の価格指数が決定される.

$$H_{r} \geq p_{r}^{U} U_{r} \qquad \{p_{r}^{U}\}$$

5.4.4 代表的家計の所得

所得: 消費に支出される所得額．これは要素所得，税収，海外からのキャピタルフロー，利潤の和から投資支出を差し引いたものに等しい．

$$
\begin{aligned}
H_r =& \sum_f p_{fr}^F \bar{F}_{fr} \\
&+ \sum_{i \in C} t_{ir}^Y p_{ir}^Y Y_{ir} + \sum_{i \in K} t_{ir}^Y p_{ir}^Y Y_{ir}^{\mathrm{XT}} + \sum_{i \in K} t_{ir}^Y n_{ir} \left[p_{ir}^D q_{ir}^D + \sum_s p_{irs}^X q_{irs}^X \right] \\
&+ \sum_j \left[\sum_{i \in C} t_{jir}^I p_{jr}^A \bar{a}_{jir}^I Y_{ir} + \sum_{i \in K} t_{jir}^I p_{jr}^A \bar{a}_{jir}^I (Y_{ir}^{\mathrm{XT}} + n_{ir} q_{ir}^{\mathrm{TT}}) \right] \\
&+ \sum_f \left[\sum_{i \in C} t_{fir}^F p_{fr}^F a_{fir}^F Y_{ir} + \sum_{i \in K} t_{fir}^F p_{fr}^F a_{fir}^F (Y_{ir}^{\mathrm{XT}} + n_{ir} q_{ir}^{\mathrm{TT}}) \right] \\
&- \sum_{i \in C, s \in R} t_{irs}^X p_{ir}^Y a_{irs}^M \mathrm{AM}_{is} - \sum_{i \in K, s \in R} t_{irs}^X p_{irs}^X n_{ir} q_{irs}^X \\
&+ \sum_{i \in C, s \in R} t_{isr}^M p_{isr}^M a_{isr}^M \mathrm{AM}_{ir} + \sum_{i \in K, s \in R} t_{isr}^M [(1 - t_{isr}^X) p_{isr}^X + \tau_{isr} p^T] n_{is} q_{isr}^X \\
&+ \sum_i t_{ir}^C p_{ir}^A a_{ir}^C U_r + \sum_{i \in K} \pi_{ir} + p_z^U \mathrm{BOP}_r - p_r^{\mathrm{INV}} \mathrm{INV}_r
\end{aligned}
$$

5.5 その他の IRTS モデルにおける均衡条件

これまで IRTS モデルとしてはモデル CD を前提としていた．以下では，その他の IRTS モデルで均衡条件がどのように修正されるかを説明する．

5.5.1 モデル CH

モデル CH では variety は同質的と仮定されていたので，variety の統合はモデル CH には現れない．よって，c_{ir}^{AD}，c_{irs}^M，a_{ir}^{DD}，a_{irs}^{MM} といった変数はモデルから除外される．

マークアップ率: また，モデル CH では次のようにマークアップ率が修正された．

$$
\mu_{ir}^D = \left[\frac{1}{\sigma_i^A} + \left(\frac{1}{\varepsilon_{ir}^A} - \frac{1}{\sigma_i^A} \right) S_{ir}^{\mathrm{AD}} \right] \frac{1}{n_{ir}} \qquad \{\mu_{ir}^D\}_{i \in K}
$$

$$
\tilde{\mu}_{irs}^X = \left\{ \frac{1}{\sigma_i^M} + \left[\frac{1}{\sigma_i^A} - \frac{1}{\sigma_i^M} + \left(\frac{1}{\varepsilon_{ir}^A} - \frac{1}{\sigma_i^A} \right) S_{is}^{\mathrm{AM}} \right] S_{irs}^M \right\} \frac{1}{n_{ir}} \qquad \{\tilde{\mu}_{irs}^X\}_{i \in K}
$$

国内財への需要:

$$
\mathrm{AD}_{ir} = a_{ir}^{\mathrm{AD}} A_{ir} \qquad \{\mathrm{AD}_{ir}\}_{i \in K}
$$

輸入財への需要:

$$
M_{irs} = a_{irs}^M \mathrm{AM}_{is} \qquad \{M_{irs}\}_{i \in K}
$$

国内 variety: 国内 variety の総供給は各 variety の供給を足し合わせたものとなる.

$$n_{ir} q_{ir}^{D} \geq \mathrm{AD}_{ir} \qquad \{p_{ir}^{D}\}_{i\in K}$$

輸出財の価格:

$$p_{irs}^{M} = \tilde{p}_{irs}^{X} \qquad \{p_{irs}^{X}\}_{in\in K}$$

国内財の価格:

$$p_{ir}^{\mathrm{AD}} = p_{ir}^{D} \qquad \{p_{ir}^{D}\}_{i\in K}$$

輸出 variety: 輸出 variety についても各 variety を全て足し合わせたものが総供給になる.

$$n_{ir} q_{irs}^{X} \geq M_{irs} \qquad \{p_{irs}^{M}\}_{i\in K}$$

5.5.2　モデル CF

モデル CF では参入退出が不可と仮定されるので，企業数 (n_{ir}) が一定となる.

企業数: 企業数 $\bar{n}$ はベンチマークの値で一定.

$$n_{ir} = \bar{n}_{ir} \qquad \{n_{ir}\}_{i\in K}$$

5.5.3　モデル LGMC

マークアップ率: モデル LGMC ではマークアップ率が次のように修正される.

$$\mu_{ir}^{D} = 1/\sigma_{i}^{D} \qquad \{\mu_{ir}^{D}\}_{i\in K}$$
$$\tilde{\mu}_{irs}^{X} = 1/\sigma_{i}^{F} \qquad \{\tilde{\mu}_{irs}^{X}\}_{i\in K}$$

シェア変数 (S_{ir}^{AD}，S_{ir}^{AM}，S_{irs}^{M}) はマークアップ率に含まれなくなるので，モデルから除外される．その他の部分はモデル CD と同じである.

5.5.4　モデル QCV

モデル QCV ではマークアップ率のみ修正される．その他の部分についてはモデル CD と同じである.

マークアップ率:

$$\mu_{ir}^{D} = \frac{1}{\sigma_{i}^{D}} + \left[\frac{1}{\sigma_{i}^{A}} - \frac{1}{\sigma_{i}^{D}}\right]\frac{1+(n_{ir}-1)\phi_{ir}^{D}}{n_{ir}} + \left[\frac{1}{\varepsilon_{ir}^{A}} - \frac{1}{\sigma_{ir}^{A}}\right]\frac{S_{ir}^{\mathrm{AD}}+(n_{ir}-S_{ir}^{\mathrm{AD}})\phi_{ir}^{D}}{n_{ir}} \qquad \{\mu_{ir}^{D}\}_{i\in K}$$

$$\begin{aligned}\tilde{\mu}_{irs}^{X} = {} & \frac{1}{\sigma_{i}^{F}} + \left[\frac{1}{\sigma_{i}^{M}} - \frac{1}{\sigma_{i}^{F}}\right]\frac{1+(n_{ir}-1)\phi_{irs}^{X}}{n_{ir}} + \left[\frac{1}{\sigma_{i}^{A}} - \frac{1}{\sigma_{i}^{M}}\right]\frac{S_{irs}^{M}+(n_{ir}-S_{irs}^{M})\phi_{isr}^{X}}{n_{ir}} \\ & + \left[\frac{1}{\varepsilon_{is}^{A}} - \frac{1}{\sigma_{i}^{A}}\right]\frac{S_{irs}^{M}S_{is}^{\mathrm{AM}}+(n_{ir}-S_{irs}^{M}S_{is}^{\mathrm{AM}})\phi_{isr}^{X}}{n_{ir}} \qquad \{\tilde{\mu}_{irs}^{X}\}_{i\in K}\end{aligned}$$

5.5.5 モデル BD

モデル BD でもマークアップ率のみが修正され，その他の部分はモデル CD と変わらない．

マークアップ率:

$$1/\mu_{ir}^{D} = \sigma_i^D + [\sigma_i^A - \sigma_i^D + (\varepsilon_{ir}^A - \sigma_i^A) S_{ir}^{\text{AD}}] \frac{1}{n_{ir}} \qquad \{\mu_{ir}^D\}_{i \in K}$$

$$1/\tilde{\mu}_{irs}^{X} = \sigma_i^F + \{\sigma_i^M - \sigma_i^F + [\sigma_i^A - \sigma_i^M + (\varepsilon_{is}^A - \sigma_i^A) S_{is}^{\text{AM}}] S_{irs}^M\} \frac{1}{n_{ir}} \qquad \{\tilde{\mu}_{irs}^X\}_{i \in K}$$

5.5.6 モデル IC

モデル IC はモデル CD の統合市場バージョンである．

利潤最大化条件: まず，各企業は総供給しかコントロールできず，価格も全ての地域に対し共通の価格しか設定できないので，利潤最大化条件は次の一本の式となる．

$$c_{ir}^Y \geq (1 - t_{ir}^Y) p_{ir}^{\text{COM}} (1 - \mu_{ir}) \qquad \{q_{ir}^T\}_{i \in K}$$

マークアップ率:

$$\mu_{ir} = -\frac{\hat{p}_{vir}}{\hat{q}_{vir}^T} \qquad \{\mu_{ir}\}_{i \in K}$$

地域 r の企業 v の自らの生産量の変化: 上付きの r が付いている変数は地域 r の企業によって推測されている変数であることを意味している．

$$\hat{q}_{vir}^T = \delta_{ir}^D \hat{q}_{vir}^D + \sum_s \delta_{irs}^X \hat{q}_{virs}^X \qquad \{\hat{q}_{vir}^T\}_{i \in K}$$

$$\hat{q}_{vir}^D = -\sigma_r^D \hat{p}_{vir} + (\sigma_r^D - \sigma_r^A) \hat{p}_{ir}^{\text{AD},r} + (\sigma_r^A - \varepsilon_{ir}^A) \hat{p}_{ir}^{A,r} \qquad \{\hat{q}_{vir}^D\}_{i \in K}$$

$$\hat{q}_{virs}^X = -\sigma_s^F \hat{p}_{virs}^X + (\sigma_s^F - \sigma_s^M) \hat{p}_{irs}^{M,r} + (\sigma_s^M - \sigma_s^A) \hat{p}_{is}^{\text{AM},r} + (\sigma_s^A - \varepsilon_{is}^A) \hat{p}_{is}^{A,r} \qquad \{\hat{q}_{virs}^X\}_{i \in K}$$

δ_{ir}^D，δ_{irs}^X は供給における国内供給，輸出供給のシェアを表す．

$$\delta_{irs}^X = q_{irs}^X / q_{ir}^T \qquad \{\delta_{irs}^X\}_{i \in K}$$

$$\delta_{ir}^D = q_{ir}^D / q_{ir}^T \qquad \{\delta_{ir}^D\}_{i \in K}$$

ライバル企業の生産量についての推測: $t = r$ のケースは国内のライバル企業を，$t \neq r$ のケースは海外のライバル企業を表している．

$$\delta_{it}^D \hat{q}_{it}^{D,r} + \sum_s \delta_{its}^X \hat{q}_{its}^{X,r} = 0 \qquad \{\hat{p}_{it}^r\}_{i \in K}$$

$$\hat{q}_{it}^{D,r} = -\sigma_t^D \hat{p}_{it}^r + (\sigma_t^D - \sigma_t^A) \hat{p}_{it}^{\text{AD},r} + (\sigma_t^A - \varepsilon_{it}^A) \hat{p}_{it}^{A,r} \qquad \{\hat{q}_{it}^{D,r}\}_{i \in K}$$

$$\hat{q}_{its}^{X,r} = -\sigma_s^F \hat{p}_{its}^{X,r} + (\sigma_s^F - \sigma_s^M) \hat{p}_{its}^{M,r} + (\sigma_s^M - \sigma_s^A) \hat{p}_{is}^{\text{AM},r} + (\sigma_s^A - \varepsilon_{is}^A) \hat{p}_{is}^{A,r} \qquad \{\hat{q}_{its}^{X,r}\}_{i \in K}$$

価格変化についての推測:

$$\hat{p}^{\mathrm{AD},r}_{is} = \begin{cases} \dfrac{1}{n_{is}}[\hat{p}_{vis} + (n_{is}-1)\hat{p}^{r}_{is}] & s = r \\ \\ \hat{p}^{r}_{is} & s \neq r \end{cases} \qquad \{\hat{p}^{\mathrm{AD},r}_{is}\}_{i\in K}$$

$$\hat{p}^{M,r}_{its} = \begin{cases} \dfrac{1}{n_{it}}[\hat{p}^{X}_{vits} + (n_{it}-1)\hat{p}^{X,r}_{its}] & t = r \\ \\ \hat{p}^{X,r}_{its} & t \neq r \end{cases} \qquad \{\hat{p}^{M,r}_{its}\}_{i\in K}$$

$$\hat{p}^{\mathrm{AM},r}_{is} = \sum_{t} \delta^{M}_{its}\hat{p}^{M,r}_{its} \qquad \{\hat{p}^{\mathrm{AM},r}_{is}\}_{i\in K}$$

$$\hat{p}^{A,r}_{is} = \delta^{\mathrm{AD}}_{is}\hat{p}^{\mathrm{AD},r}_{is} + \delta^{\mathrm{AM}}_{is}\hat{p}^{\mathrm{AM},r}_{is} \qquad \{\hat{p}^{A,r}_{is}\}_{i\in K}$$

$$\hat{p}^{X}_{virs} = \beta_{irs}\hat{p}_{vir} \qquad \{\hat{p}^{X}_{virs}\}_{i\in K}$$

$$\hat{p}^{X,r}_{its} = \beta_{its}\hat{p}^{r}_{it} \qquad \{\hat{p}^{X,r}_{its}\}_{i\in K}$$

規準化:

$$\hat{p}_{vir} = 1 \qquad \{\hat{p}_{vir}\}_{i\in K}$$

IRTS 部門の variety の市場: IRTS 部門の各企業の variety の市場の均衡条件.

$$q^{T}_{ir} \geq a^{\mathrm{DD}}_{ir}\mathrm{AD}_{ir} + \sum_{s} a^{\mathrm{MM}}_{irs}M_{irs} \qquad \{p^{\mathrm{COM}}_{ir}\}_{i\in K}$$

IRTS 部門の variety の価格: 全ての供給先に対して共通の価格 p^{COM}_{ir} を設定する.

$$p^{D}_{ir} = p^{\mathrm{COM}}_{ir} \qquad \{p^{D}_{ir}\}_{i\in K}$$

$$p^{X}_{irs} = p^{\mathrm{COM}}_{ir} \qquad \{p^{X}_{irs}\}_{i\in K}$$

各地域への供給の配分:

$$q^{D}_{ir} = a^{\mathrm{DD}}_{ir}\mathrm{AD}_{ir} \qquad \{q^{D}_{ir}\}_{i\in K}$$

$$q^{X}_{irs} = a^{\mathrm{MM}}_{irs}M_{irs} \qquad \{q^{X}_{irs}\}_{i\in K}$$

5.5.7　モデル IB

モデル IB はモデル BD の統合市場バージョンである.

利潤最大化: 利潤最大化条件はモデル IC と同じように一本になる.

$$c^{Y}_{ir} \geq (1 - t^{Y}_{ir})p^{\mathrm{COM}}_{ir}(1 - \mu_{ir}) \qquad \{q^{T}_{ir}\}_{i\in K}$$

マークアップ率: 利潤最大化条件に現れる全体のマークアップ率は各市場に対するマークアップ率から導出される．

$$1/\mu_{ir} = \sum_s \delta^X_{irs}/\mu^X_{irs} + \delta^D_{ir}/\mu^D_{ir} \qquad \{\mu_{ir}\}_{i\in K}$$

δ^D_{ir}，δ^X_{irs} は供給における国内供給，輸出供給のシェアを表す．

$$\delta^X_{irs} = q^X_{irs}/q^T_{ir} \qquad \{\delta^X_{irs}\}_{i\in K}$$
$$\delta^D_{ir} = q^D_{ir}/q^T_{ir} \qquad \{\delta^D_{ir}\}_{i\in K}$$

市場別のマークアップ率: 市場別のマークアップ率はモデル BD で求めた各市場におけるマークアップ率に等しい．

$$1/\mu^D_{ir} = \sigma^D_i + [\sigma^A_i - \sigma^D_i + (\varepsilon^A_{ir} - \sigma^A_i)S^{\mathrm{AD}}_{ir}]\frac{1}{n_{ir}} \qquad \{\mu^D_{ir}\}_{i\in K}$$
$$1/\tilde{\mu}^X_{irs} = \sigma^F_i + \{\sigma^M_i - \sigma^F_i + [\sigma^A_i - \sigma^M_i + (\varepsilon^A_{is} - \sigma^A_i)S^{\mathrm{AM}}_{is}]S^M_{irs}\}\frac{1}{n_{ir}} \qquad \{\tilde{\mu}^X_{irs}\}_{i\in K}$$

IRTS 部門の variety の市場: IRTS 部門の各企業の variety の市場の均衡条件．

$$q^T_{ir} \geq a^{\mathrm{DD}}_{ir}\mathrm{AD}_{ir} + \sum_s a^{\mathrm{MM}}_{irs}M_{irs} \qquad \{p^{\mathrm{COM}}_{ir}\}_{i\in K}$$

IRTS 部門の variety の価格: 全ての供給先に対して共通の価格 p^{COM}_{ir} を設定する．

$$p^D_{ir} = p^{\mathrm{COM}}_{ir} \qquad \{p^D_{ir}\}_{i\in K}$$
$$p^X_{irs} = p^{\mathrm{COM}}_{ir} \qquad \{p^X_{irs}\}_{i\in K}$$

各地域への供給の配分:

$$q^D_{ir} = a^{\mathrm{DD}}_{ir}\mathrm{AD}_{ir} \qquad \{q^D_{ir}\}_{i\in K}$$
$$q^X_{irs} = a^{\mathrm{MM}}_{irs}M_{irs} \qquad \{q^X_{irs}\}_{i\in K}$$

参考文献

[1] Armington, Paul S. (1969) 'A Theory of Demand for Products Distinguished by Place of Production.' IMF Staff Papers 16.

[2] Brown, Drusilla K., Alan V. Deardorff and Robert M. Stern (2002) 'CGE Modeling and Analysis of Multilateral and Regional Negotiating Options,' in Robert M. Stern (ed.) *Issues and Options for U.S.-Japan Trade Policies*, Ann Arbor: The University of Michigan Press, Chap. 2, pp. 23–65.

[3] ——— (2003) 'Multilateral, Regional and Bilateral Trade-Policy Options for the United States and Japan,' *The World Economy*, Vol. 26, pp. 803–828, June.

[4] Brown, Drusilla K., Kozo Kiyota and Robert M. Stern (2004) 'Computational Analysis of the Menu of U.S.-Japan Trade Policies,' August. School of Public Policy, The University of Michigan, Discussion Paper No. 515, forthcoming in *The World Economy*.

[5] Eaton, Jonathan and Gene M. Grossman (1986) 'Optimal Trade and Industrial Policy under Oligopoly,' *Quarterly Journal of Economics*, Vol. 101, pp. 383–406.

[6] Francois, Joseph F., Hans van Meijl and Frank Van Tongeren (2005) 'Trade liberalization in the Doha Development Round,' *Economic Policy*, Vol. 20, No. 42, pp. 349–391, April.

[7] Harrison, Glenn W., Thomas F. Rutherford and David G. Tarr (1996) 'Quantifying the Uruguay Round,' in Will Martin and Alan L. Winters (eds.) *The Uruguay Round and the Developing Economies*, New York: Cambridge University Press, Chap. 7, pp. 215–284.

[8] Hertel, Thomas W. (ed.) (1997) *Global Trade Analysis: Modeling and Applications*, New York: Cambridge University Press.

[9] Kamien, Morton I. and Nancy L. Schwartz (1983) 'Conjectural Variation,' *Canadian Journal of Economics*, Vol. 16, pp. 191–211.

[10] Mas-Colell, Andreu, Michael D. Whinston and Jerry R. Green (1995) *Microeconomic Theory*, New York: Oxford University Press.

[11] 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`).

[12] ——— (2006) 'GTAP6inGAMS,' January.
(available at: `http://www.mpsge.org/`).

[13] Varian, Hal R. (1992) *Microeconomic Analysis*, New York: W. W. Norton & Company, 3rd edition.

[14] 奥野正寛・鈴村興太郎 (1985) 『ミクロ経済学 I』，岩波書店．モダン・エコノミクス 1.

[15] 武田史郎 (2007) 「貿易政策を対象とした応用一般均衡分析」，3 月．RIETI Discussion Paper Series 07-J -010.