

Title	環太平洋地域における多部門一般均衡モデルの構築
Sub Title	
Author	黒田, 昌裕(Kuroda, Masahiro) 野村, 浩二(Nomura, Koji)
Publisher	慶應義塾大学産業研究所
Publication year	2000
Jtitle	KEO discussion paper. G : 『アジア地域における経済および環境の相互依存と環境保全に関する学際的研究』(KEO discussion paper. G : "Inter-disciplinary studies for sustainable development in Asian countries"). No.G-86
JaLC DOI	
Abstract	1 分析目的1994年に国際条約として効力を発生したいわゆる「気候変動枠組条約」では、地球の気候の変動およびその悪影響が人類の共通の関心事であることを確認し、地球上のすべての国が共通に有しているが、それぞれに差異のある責任、その能力並びに社会的及び経済的状况に応じて、できる限り広範な協力を行ってこの問題に対処すべきことを合意するに至った。そして1997年京都で開催されたCOP3では、2008-2012年における温室効果ガスの削減目標に数値目標を設定することに合意した「京都議定書」の採択がなされている。現在京都議定書の締約国161ヶ国の条約批准手続きが進められているが、各国事情の差異からその効力発生の目は必ずしも確定していないのが現状である。しかし、一方で、議定書で認められた柔軟性措置 (Flexible Mechanism.) の枠組みに関しては、各国とも将来の条約の効力発生を見越して、より効率的な枠組みの作成に向けて議論を重ねているというのが現状である。京都議定書の付属書1の締約国はロシアなどの経済移行国を含んでおり、CDM (Clean Development Mechanism) により途上国での温室効果ガスの削減への努力が織り込まれているとはいえ、途上国の排出目標が明示的に示されたわけではない。そこには、これから経済発展を求めようとする発展途上国の化石エネルギー依存への制約が、経済発展と環境保全の両立を阻む可能性についての途上国の危惧が現れている。IEA (International Energy Agency) の推定によれば、1990年時点における地球全体のCO₂排出総量は57.96億t-C (炭素換算) であり、そのうちOECD諸国が30.48億t-C、non-OECDが26.45億t-Cとなっている。また、アジア全体では13.73億t-Cと推定されている。ちなみに、われわれがこのプロジェクトで対象としている環太平洋10ヶ国 (日本、韓国、中国、台湾、フィリピン、タイ、マレーシア、シンガポール、インドネシア、米国) の総排出量は、24.71億t-Cと世界全体の42.65%となっている。ここで対象としている環太平洋諸国には、近年目覚ましい経済発展を遂げつつある多くの途上国を含んでおり、世界経済のグローバル化の進展にともなって、その経済の相互依存が急速に深まりつつある国々を含んでいる。日米を含む先進諸国と経済の相互依存の今後の見通しとアジア途上国の経済発展の進展並びに環境保全の方策を探ることが地球規模の経済成長と環境保全にとっても極めて重要な課題となっている。こうした観点から、このプロジェクトでは、環太平洋地域の経済発展と、そのエネルギー需要および環境への影響を定量的に記述し、各国発展の格差構造の改善と環境保全への政策手段の効果を分析することを第一の目的とする。本稿では環太平洋地域10ヶ国を内生国とした多部門一般均衡モデルの構築をおこなう。構築された一般均衡モデルを用いて、エネルギー起源の汚染物質 - CO₂, SO_xを対象とする環境保全のための政策手段として、先進諸国から途上国への技術移転、炭素税、排出権取引等の経済的手段の影響をシミュレートし、政策的な枠組みの構築に向けての判断材料を提示したいと考えている。本モデルで対象とする環太平洋地域とは、米国、日本、中国、韓国、台湾、シンガポール、タイ、マレーシア、インドネシア、フィリピンの10ヶ国 (米国とアジア9ヶ国) である。このプロジェクトの一環として、別途各国の統計局などの機関の協力のもとに作成された国際産業連関表およびエネルギー物量投入表をベースにモデルを作成する。分析目的は、改めて要約すれば、以下の2点に集約される。1) 各国経済発展の見通しの中での各国経済格差構造の改善と環境保全の両立の可能性を各種の政策手段の施行の影響と効果の観点から考察できる分析ツールを開発すること。2) ここでの政策手段としては、エネルギー効率改善のための各種の技術移転と炭素税、排出権取引に代表される経済的手段とを当面の視野におき、経済発展のsustainabilityと政策手段としてのsustainabilityを判断できるメニューの提示を行うこと。以上である。この分析目的に則して、ここで開発するモデルは以下のような構造的特性を満たしていなければならないと考えている。1.対象各国の経済構造の特性を、その技術効率 (Technology Efficiency)、雇用構造、需要構造の観点から可能なかぎり記述できること。対象各国の産業および民生用のエネルギー効率にはかなりの格差の存在することが観察されている。産業の生産技術の各国特性を中間投入係数 (素原材料、エネルギー投入を含む)、雇用係数、資本係数、技術効率 (生産性ないしは技術進歩率) の差異で記述し、内生的な技術選択の動学的メカニズムを要素価格、エネルギー価格および市場規模との関連で記述できること。2.一方で、先進国からの技術移転の可能性とその影響を捕捉するために、産業

	の技術特性を先験的に与えることによって、その経済効果がシミュレートできることが要請される。3.経済発展過程における労働市場の特性、いわゆるDual Economyが記述できることが必要である。途上国の労働供給が、農業部門をベースとする無制限労働供給（unlimited labor supply）の特性を有しており、その下での近代産業部門と在来産業部門との格差構造が特徴となっている。したがって、経済発展の過程でのこのDual Economyからの脱却が、発展の過程の中で自立的に描けるモデルでなければならない。4.一方で、途上国経済のもう一つの特徴は、資本不足の経済構造である。経済発展に伴う資本不足の構造をISバランスの構造的特性として記述し、技術移転に伴う先進国からの資本移転の可能性とその影響をシミュレートできるモデルの構造が必要である。5.需要構造は、国内の消費、投資需要と海外への輸出に区分される。前者は、所得および価格効果を含んで国内消費者の決定に依存するが、Dual Economyの下でのdemographicな条件を所与として、国内経済規模を規定する。とりわけ、投資需要に関しては、産業部門別の投資配分が経済発展の動学的経路を決定する上で重要である。6.輸出需要については、各国の産業および民生部門の輸入の決定と同時的に記述されなければならない。輸入のうち中間財需要に関しては、技術的な中間投入係数を国内財中間投入係数と輸入財投入係数にわけ、さらに輸入投入係数を対象10ヶ国からの中間財輸入係数として記述しなければならない。また、最終需要（消費、投資需要）に関しても、国内需要と海外からの輸入需要とに分けて記述することが必要となる。こうして求められた各国の中間財および最終需要としての輸入需要は、貿易相手国からのその国への輸出として相手国経済とリンクし、10ヶ国間の経済の相互依存の姿が記述されなければならない。この構造上の要請から、ここでのモデルでは、以下に詳細に記述するように、各国産業連関表を接続した環太平洋地域国際産業連関表を枠組みのベースとすることが要請される。以下では、各種資料との対応で記述可能なモデルの構造方程式体系を考察するが、本モデルはversion1.0とでも言うべき基本型を与えている。特に中国地域についてはこのversionでは具体的に企業所有形態（国有企業、郷鎮企業など）の相違などによる特性を描いていない。また消費や投資行動などより発展論的な特性を記述できるように、将来の拡張が為されることに留意されたい。
Notes	表紙上部に"日本学術振興会未来開拓学術研究推進事業複合領域「アジア地域の環境保全」"の表示あり
Genre	Technical Report
URL	https://koara.lib.keio.ac.jp/xoonips/modules/xoonips/detail.php?koara_id=AA12113622-00000086-0001

慶應義塾大学学術情報リポジトリ(KOARA)に掲載されているコンテンツの著作権は、それぞれの著作者、学会または出版社/発行者に帰属し、その権利は著作権法によって保護されています。引用にあたっては、著作権法を遵守してご利用ください。

The copyrights of content available on the KeiO Associated Repository of Academic resources (KOARA) belong to the respective authors, academic societies, or publishers/issuers, and these rights are protected by the Japanese Copyright Act. When quoting the content, please follow the Japanese copyright act.

環太平洋地域における 多部門一般均衡モデルの構築

黒 田 昌 裕
野 村 浩 二

No.G-86

学振未来 WG5-10

環太平洋地域における多部門一般均衡モデルの構築*

黒田昌裕[†]、野村浩二[†]

2000年2月

1 分析目的

1994年に国際条約として効力を発生したいわゆる「気候変動枠組条約」では、地球の気候の変動およびその悪影響が人類の共通の関心事であることを確認し、地球上のすべての国が共通に有しているが、それぞれに差異のある責任、その能力並びに社会的及び経済的状况に応じて、できる限り広範な協力を行ってこの問題に対処すべきことを合意するに至った。そして1997年京都で開催されたCOP3では、2008-2012年における温室効果ガスの削減目標に数値目標を設定することに合意した「京都議定書」の採択がなされている。現在京都議定書の締約国161ヶ国の条約批准手続きが進められているが、各国事情の差異からその効力発生を目途は必ずしも確定していないのが現状である。しかし、一方で、議定書で認められた柔軟性措置（Flexible Mechanism）の枠組みに関しては、各国とも将来の条約の効力発生を見越して、より効率的な枠組みの作成に向けて議論を重ねているというのが現状である。京都議定書の付属書Iの締約国はロシアなどの経済移行国を含んでおり、CDM（Clean Development Mechanism）により途上国での温室効果ガスの削減への努力が織り込まれているとはいえ、途上国の排出目標が明示的に示されたわけではない。そこには、これから経済発展を求めようとする発展途上国の化石エネルギー依存への制約が、経済発展と環境保全の両立を阻む可能性についての途上国の危惧が現れている。IEA（International Energy Agency）の推定によれば、1990年時点における地球全体のCO₂排出総量は57.96億t-C（炭素換算）であり、そのうちOECD諸国が30.48億t-C、non-OECDが26.45億t-Cとなっている。また、アジア全体では13.73億t-Cと推定されている。ちなみに、われわれがこのプロジェクトで対象としている環太平洋10ヶ国（日本、韓国、中国、台湾、フィリピン、タイ、マレーシア、シンガポール、インドネシア、米国）の総排出量は、24.71億t-Cと世界全体の42.65%となっている。ここで対象としている環太平洋諸国には、近年目覚ましい経済発展を遂げつつある多くの途上国を含んでおり、世界経済のグローバル化の進展にともなって、その経済の相互依存が急速に深まりつつある国々を含んでいる。日米を含む先進諸国と経済の相互依存の今後の見通しとアジア途上国の経済発展の進展並びに環境保全の方策を探ることが地球規模の経済成長と環境保全にとっても極めて重要な課題となっている。

こうした観点から、このプロジェクトでは、環太平洋地域の経済発展と、そのエネルギー需要および環境への影響を定量的に記述し、各国発展の格差構造の改善と環境保全への政策手段の効果を分析することを第一の目的とする。本稿では環太平洋地域10ヶ国を内生国とした多部門一般均衡モデルの構築をおこなう。構築された一般均衡モデルを用いて、エネルギー起源の汚染物質—CO₂, SO_xを対象とする環境保全のための政策手段として、先進諸国から途上国への技術移転、炭素税、排出権取引等の経済的手段の影響をシミュレートし、政策的な枠組みの構築に向けての判断材料を提示したいと考えている。

本モデルで対象とする環太平洋地域とは、米国、日本、中国、韓国、台湾、シンガポール、タイ、マレー

*この研究は、学術振興会未来開拓プロジェクト「アジア地域の経済発展と環境保全」Work Group 5における共同研究としておこなわれたものである。

[†] 慶應義塾大学

シア、インドネシア、フィリピンの 10ヶ国（米国とアジア 9ヶ国）である。このプロジェクトの一環として、別途各国の統計局などの機関の協力のもとに作成された国際産業連関表およびエネルギー物量投入表をベースにモデルを作成する。分析目的は、改めて要約すれば、以下の 2 点に集約される。

1) 各国経済発展の見通しの中での各国経済格差構造の改善と環境保全の両立の可能性を各種の政策手段の施行の影響と効果の観点から考察できる分析ツールを開発すること。

2) ここでの政策手段としては、エネルギー効率改善のための各種の技術移転と炭素税、排出権取引に代表される経済的手段とを当面の視野におき、経済発展の sustainability と政策手段としての sustainability を判断できるメニューの提示を行うこと。

以上である。この分析目的に則して、ここで開発するモデルは以下のような構造的特性を満たしていなければならないと考えている。

1. 対象各国の経済構造の特性を、その技術効率 (Technology Efficiency)、雇用構造、需要構造の観点から可能な限り自立的モデルで記述できること。対象各国の産業および民生用のエネルギー効率にはかなりの格差の存在することが観察されている。産業の生産技術の各国特性を中間投入係数（素原材料、エネルギー投入を含む）、雇用係数、資本係数、技術効率（生産性ないしは技術進歩率）の差異で記述し、内生的な技術選択の動学的メカニズムを要素価格、エネルギー価格および市場規模との関連で記述できること。
2. 一方で、先進国からの技術移転の可能性とその影響を捕捉するために、産業の技術特性を先験的に与えることによって、その経済効果がシミュレートできることが要請される。
3. 経済発展過程における労働市場の特性、いわゆる Dual Economy が記述できることが必要である。途上国の労働供給が、農業部門をベースとする無制限労働供給 (unlimited labor supply) の特性を有しており、その下での近代産業部門と在来産業部門との格差構造が特徴となっている。したがって、経済発展の過程でのこの Dual Economy からの脱却が、発展の過程の中で自立的に描けるモデルでなければならない。
4. 一方で、途上国経済のもう一つの特徴は、資本不足の経済構造である。経済発展に伴う資本不足の構造を IS バランスの構造的特性として記述し、技術移転に伴う先進国からの資本移転の可能性とその影響をシミュレートできるモデルの構造が必要である。
5. 需要構造は、国内の消費、投資需要と海外への輸出に区分される。前者は、所得および価格効果を含んで国内消費者の決定に依存するが、Dual Economy の下での demographic な条件を所与として、国内経済規模を規定する。とりわけ、投資需要に関しては、産業部門別の投資配分が経済発展の動学的経路を決定する上で重要である。
6. 輸出需要については、各国の産業および民生部門の輸入の決定と同時的に記述されなければならない。輸入のうち中間財需要に関しては、技術的な中間投入係数を国内財中間投入係数と輸入財投入係数にわけ、さらに輸入投入係数を対象 10ヶ国からの中間財輸入係数として記述しなければならない。また、最終需要（消費、投資需要）に関しても、国内需要と海外からの輸入需要とに分けて記述することが必要となる。こうして求められた各国の中間財および最終需要としての輸入需要は、貿易相手国からのその国への輸出として相手国経済とリンクし、10ヶ国間の経済の相互依存の姿が記述されなければならない。この構造上の要請から、ここでのモデルでは、以下に詳細に記述するように、各国産業連関表を接続した環太平洋地域国際産業連関表を枠組みのベースとすることが要請される。

以下では、各種資料との対応で記述可能なモデルの構造方程式体系を考察するが、本モデルは version 1.0 とでも言うべき基本型を与えている。特に中国地域についてはこの version では具体的に企業所有形態（国有企業、郷鎮企業など）の相違などによる特性を描いていない。また消費や投資行動などより発展論的な特性を記述できるように、将来の拡張が為されることに留意されたい。

2 定義と部門設定

本モデルで対象とする国および地域分類は表1のとおりである。特に中国については、一次エネルギーの産地や消費地の考慮、および経済発展の格差を考慮して沿海部、東北部、西部の3地域に分割することにし、1997年に中国へと返還された香港については資料の都合上独立して外生国として扱っている。

表 1: 環太平洋地域の国・地域分類

国・地域		中国地域分類							
c-c	Country	r-c	Region		c-c	r-c	Region		c-c
1	Indonesia(<i>I</i>)	1	北京	Beijing	10	16	河南	Henan	11
2	Malaysia(<i>M</i>)	2	天津	Tianjin	10	17	湖北	Hubei	10
3	Philippines(<i>P</i>)	3	河北	Hebei	11	18	湖南	Hunan	10
4	Singapore(<i>S</i>)	4	山西	Shanxi	11	19	広東	Guangdong	10
5	Thailand(<i>T</i>)	5	内蒙古	Inner Mongolia	11	20	広西	Guangxi	10
6	Taiwan(<i>N</i>)	6	遼寧	Liaoning	10	21	海南	Hainan	10
7	Korea(<i>K</i>)	7	吉林	Jilin	11	22	四川	Sichuan	12
8	Japan(<i>J</i>)	8	黒竜江	Heilongjiang	11	23	貴州	Guizhou	12
9	United States(<i>U</i>)	9	上海	Shanghai	10	24	雲南	Yunnan	12
10	China(沿海部)(<i>C_e</i>)	10	江蘇	Jiangsu	10	25	西藏	Tibet	12
11	China(東北部)(<i>C_n</i>)	11	浙江	Zhejiang	10	26	陝西	Shaanxi	12
12	China(西部)(<i>C_w</i>)	12	安徽	Anhui	10	27	甘肅	Gansu	12
13	Hong Kong	13	福建	Fujian	10	28	青海	Qinghai	12
14	Rest of the World	14	江西	Jiangxi	10	29	寧夏	Ningxia	12
		15	山東	Shandong	10	30	新疆	Xinjiang	12

c-c:country code number, r-c:region code number

$\mathbf{R}_d = \{c-c:1, \dots, 12\}$, $\mathbf{R}_x = \{c-c:13, 14\}$, $\mathbf{R}_e = \{c-c:10, 11, 12\}$, $\mathbf{R}_w = \{c-c:1, \dots, 14\}$

内生国・地域とする10ヶ国と3地域を $\mathbf{R}_d$ 、外生国とする香港とその他世界(Rest of the World; RoW)を $\mathbf{R}_x$ (全世界を $\mathbf{R}_w = \mathbf{R}_d \cup \mathbf{R}_x$)、そして特に $\mathbf{R}_d$ の部分集合である中国3地域を $\mathbf{R}_e$ と記している。また本モデルでの産業・商品分類は表2のとおりである。

3 国際価格体系と貿易構造

はじめに環太平洋地域の相互の貿易構造、およびそれと整合的に記述される価格体系を描くことにしよう。内生国・地域について、 R 国における i 商品の(生産者価格評価による)国内生産価格を $P_{Ri}^d (R \in \mathbf{R}_d)$ とし、同商品の R' 国からの輸入品について R 国における国内需要価格を $P_{R' Ri}^m (R \in \mathbf{R}_d, R' \in \mathbf{R}_w)$ としよう(すべて R 国通貨単位によって定義されている)。ここで $\mathbf{R}_w'$ は自国 R を除く全世界($R' \in \mathbf{R}_w$ かつ $R' \neq R$)を示す集合とする。この国内需要価格は、輸入先地域における生産価格に国際運賃・保険料を加算したCIF輸入価格に商品別関税率を乗じたものとして定義され、以下のように示すことができる。

$$P_{R' Ri}^m = \frac{e_R}{e_{R'}} (1 + \tau_{Ri}^M) (1 + \gamma_{R' Ri}) P_{R'i}^d \quad (R \in \mathbf{R}_d, R' \in \mathbf{R}_d', i \in \mathbf{C}) \quad (1)$$

ここで、 e_R は米国を基準国として計った為替レート(\$1あたりの R 国交換通貨)、 τ_{Ri}^M は R 国の i 商品についての(CIF輸入価格に対する)関税率、 $\gamma_{R' Ri}$ は i 商品について R' 国からの R 国の輸入品に対する国際運賃・保険料率、 $P_{R'i}^d$ は i 商品の R' 国における(R' 国通貨建てによる)国内生産価格である。よって R 国のドルベースによるCIF輸入価格は $(1 + \gamma_{R' Ri}) P_{R'i}^d / e_{R'}$ であり、商品別に国際運賃・保険料率 $\gamma_{R' Ri}$ は輸入相手国に依存して相違があるものとしている。しかしながら観察資料との対応では、上記のような $\gamma_{R' Ri}$ を入手することは困難である。「Asian International Input-Output Table 1990」[2](以下、アジア研表と

表 2: 商品・産業分類

code	商品産業	英語名
1	農産物	Agriculture
2	林産物	Forestry
3	水産物	Fishery
4	原油	Raw Oil
5	天然ガス	Natural Gas
6	銅鉱	Copper Ore
7	錫鉱	Tin Ore
8	鉄鉱石	Iron and Ore Mining
9	石炭	Coal
10	その他鉱物	Other Mining
11	食料品・飲料	Food and Beverages
12	繊維製品	Textiles
13	皮革製品	Leather and Leather prod.
14	木材木製品	Timber and Wooden prod.
15	パルプ・紙・紙加工品	Pulp& Paper and Paper prod.
16	印刷出版	Printing and Publishing
17	化学製品	Chemical prod.
18	石油製品	Petroleum Refinery
19	石炭製品	Coke and Coal prod.
20	ゴム製品	Rubber prod.
21	プラスチック製品	Plastic prod.
22	ガラス製品	Glass and Glass prod.
23	セメント	Cement
24	その他窯業土石製品	Other Non-metallic Mineral prod.
25	鉄鉄・粗鋼	Iron and Steel
26	鉄鋼製品	Iron and Steel prod.
27	非鉄金属	Non-ferrous prod.
28	金属製品	Metal prod.
29	一般機械	General Machinery
30	電気機械	Electric Machinery
31	自動車(二輪を含む)	Motor Vehicle
32	船舶	Ship Building and Repairing
33	その他輸送機械	Other Transport Equipment
34	精密機械	Precision Instruments
35	その他製造工業製品	Other Manufactured prod.
36	電力	Electricity
37	ガス供給	Gas supply
38	水道(熱供給及び廃棄物処理を含む)	Water, Steam, Hot Water Supply, Sewage, Sanitary Services
39	建築	Buildings
40	土木	Construction
41	商業	Trade
42	鉄道輸送	Railway Transport
43	道路輸送	Road Transport
44	水上輸送	Water Transport
45	航空輸送	Air Transport
46	他輸送・運輸関連サービス	Other Transport and Transport Relating Services
47	通信	Postal and Telecommunication
48	金融保険	Finance and Insurance
49	その他サービス	Other Services
50	公務	Public Administration

産業分類: $I = \{1, \dots, 50\}$, $I_a = \{1\}$, $I_m = \{2, \dots, 35\}$, $I_s = \{36, \dots, 50\}$, $I'_a = I_m \cup I_s$

商品分類: $C = \{1, \dots, 50\}$, $C_a = \{1\}$, $C_m = \{2, \dots, 35\}$, $C_s = \{36, \dots, 50\}$, $C'_a = C_m \cup C_s$

呼ぶ)によっても、全ての内生国の全輸入品にかかる国際運賃・保険料額の合計が示されているのみであり¹、なんらかの仮定を要することになる。

そこで R 国相互の輸送距離に関して、次のような距離マトリックスを想定することにしよう。

$$\mathbf{D}^s = \begin{pmatrix} D_{II} & D_{IM} & D_{IP} & \cdots & D_{IC_w} \\ D_{MI} & D_{MM} & D_{MP} & \cdots & D_{MC_w} \\ D_{PI} & D_{PM} & D_{PP} & \cdots & D_{PC_w} \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdots & \cdot \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdots & \cdot \\ D_{C_w I} & D_{C_w M} & D_{C_w P} & \cdots & D_{C_w C_w} \end{pmatrix} \quad (2)$$

距離マトリックス $\mathbf{D}^s$ は、対各要素が 0 ($D_{RR} = 0, (R \in \mathbf{R}_d)$) となる対称マトリックス ($D_{R'R} = D_{RR'}$, $(R, R' \in \mathbf{R}_d)$) であり、各国・地域分類記号は表 1 に対応している。(1) 式における i 商品の国際運賃・保険料率 $\gamma_{R'Ri}$ を、次のように仮定することにする。

$$\gamma_{R'Ri} = (\gamma_{Ri}^{F_s} + \gamma_{Ri}^{F_f} + \gamma_{Ri}^{F_o} + \gamma_{Ri}^I) D_{R'R} \quad (R \in \mathbf{R}_d, R' \in \mathbf{R}'_d, i \in \mathbf{C}) \quad (3)$$

ここで $\gamma_{Ri}^{F_s}$, $\gamma_{Ri}^{F_f}$, $\gamma_{Ri}^{F_o}$, γ_{Ri}^I はそれぞれ、 i 商品 1 金額単位について 1 輸送距離あたりの海上輸送、航空輸送、その他輸送、保険料率である。輸入先の如何を問わず 1 輸送距離あたりの各比率は同一とし、国際運賃・保険料率は輸入相手国からの輸送距離のみに依存して決定されることを仮定している。よって R 国の R' 国からの輸入量 $X_{R'Ri}$ に必要な海上輸送金額は、ドルベースで評価すると $\gamma_{Ri}^{F_s} D_{R'R} P_{R'i}^d X_{R'Ri} / e_{R'}$ によって記述されることになる。

以上のような輸入価格の記述によって、国際産業連関表をベースに産業の中間投入における貿易構造を描くことにする。本モデルで想定する Isard 型国際産業連関表の名目投入バランス式は、 R 国 j 産業の生産量を X_{Rj}^d 、 i 商品の中間投入のうち国内生産財投入量を X_{RRij} 、うち R' 国からの輸入量を $X_{R'Rij}$ とすると、次のように表わされる。

$$\begin{aligned} P_{Rj}^d X_{Rj} &= \sum_{i \in \mathbf{C}} \left(P_{Ri}^d X_{RRij} + \sum_{R' \in \mathbf{R}'_w} P_{R'i}^m X_{R'Rij} \right) + V A_{Rj} \\ &= \sum_{i \in \mathbf{C}} \left(P_{Ri}^d X_{RRij} + \sum_{R' \in \mathbf{R}'_w} \frac{e_R}{e_{R'}} (1 + \tau_{Ri}^M) (1 + \gamma_{R'Ri}) P_{R'i}^d X_{R'Rij} \right) + V A_{Rj} \end{aligned} \quad (R \in \mathbf{R}_d, j \in \mathbf{I}) \quad (4)$$

(4) 式において、 $V A_{Rj}$ は R 国 j 産業における名目粗付加価値であり、先のように自国 R を除く全世界を $\mathbf{R}'_w$ として記述している。ここで R 国において、輸入品を含む実質中間投入量を X_{Rij} とし、

$$X_{Rij} = X_{RRij} + \sum_{R' \in \mathbf{R}'_w} X_{R'Rij} \quad (R \in \mathbf{R}_d, i \in \mathbf{C}, j \in \mathbf{I}) \quad (5)$$

のような実質バランスが成立しているものとする。国産品および輸入品を集計した中間投入量 X_{Rij} に対する複合財価格を $P_{Ri}^{c(I)}$ とすると、Chenery 型国際産業連関表においては (4) 式に対応して、次のような名目投入バランスが成立している。

$$P_{Rj}^d X_{Rj} = \sum_{i \in \mathbf{C}} P_{Ri}^{c(I)} X_{Rij} + V A_{Rj} \quad (R \in \mathbf{R}_d, j \in \mathbf{I}) \quad (6)$$

¹ 「Asian International Input-Output Table 1990」[2] によって観察されるのは、内生 R 国の j 産業による総輸入に対する国際運賃・保険料額の合計のみであり、本稿の記号に基づけば、 R 国 j 産業による R' 国からの i 商品輸入量を $X_{R'Rij}$ とすると $\sum_{R' \in \mathbf{R}_d} \sum_i \gamma_{R'Ri} P_{R'i}^d X_{R'Rij} / e_{R'}$ である。また、関税についてみると、内生国と外生国を合わせた総輸入に対する産業別合計値 $\sum_{R' \in \mathbf{R}_d \cup \mathbf{R}_x} \sum_i \tau_{Ri}^M P_{R'i}^d X_{R'Rij} / e_{R'}$ のみが計上されている。

モデルではアジア研表をもとに、中国の地域分割をおこなった Isard 型国際産業連関表を推計し、それを（拡大）Chenery 型国際産業連関表へと変換したものをベースに定式化することにする²。

R 国における R' 国からの輸入品に関して産業別集計輸入価格（中間需要向け）を $P_{Ri}^{m(I)}$ （輸入相手国別輸入価格の集計関数は後に示す (12) 式のとおりの）とすると、

$$P_{Ri}^{c(I)} X_{Rij} = P_{Ri}^d X_{RRij} + P_{Ri}^{m(I)} \sum_{R' \in \mathbf{R}'_w} X_{R'Rij} \quad (R \in \mathbf{R}_d, i \in \mathbf{C}, j \in \mathbf{I}) \quad (7)$$

の名目バランスが成立しなければならないことから、実質バランス (5) 式および名目バランス (7) 式の両者を満たす複合財価格を以下のように示すことができる。

$$P_{Ri}^{c(I)} = w_{Ri}^{d(I)} P_{Ri}^d + (1 - w_{Ri}^{d(I)}) P_{Ri}^{m(I)} \quad (R \in \mathbf{R}_d, i \in \mathbf{C}) \quad (8)$$

ただし、 $w_{Ri}^{d(I)}$ は R 国の i 商品中間投入に対する実質国産率であり、以下のように定義される。

$$w_{Ri}^{d(I)} = \frac{\sum_{j \in \mathbf{I}} X_{RRij}}{\sum_{j \in \mathbf{I}} X_{Rij}} \quad (R \in \mathbf{R}_d, i \in \mathbf{C}) \quad (9)$$

モデルでは国産品と輸入品に関して不完全代替を仮定しており、(9) 式における国産率は国内生産価格と集計輸入価格の相対価格に依存して決定されるものとする。そこで競争輸入財について、次のように中間投入に関する実質国産率の決定式を与えることにする。

$$w_{Ri}^{d(I)} = \frac{1}{1 + \alpha_{Ri}^{d(I)} \left(\frac{P_{Ri}^d}{P_{Ri}^{m(I)}} \right)^{\beta_{Ri}^{d(I)}}} \quad (R \in \mathbf{R}_d, i \in \mathbf{C}_{ci}) \quad (10)$$

ここで $\beta_{Ri}^{d(I)}$ は相対価格（国内生産価格／集計輸入価格）の変化による輸入率／国産率に対する商品別弾性を示すパラメータであり、 $\alpha_{Ri}^{d(I)}$ は相対価格が 1（モデルでは基準年）のときの輸入率／国産率を示すパラメータである（ともに非負）。よって、輸入価格が相対的に上昇したとき国産率は上昇（輸入率は低下）し、逆に輸入価格が相対的に低下したとき国産率は低下（輸入率は上昇）する。また特に、輸入価格の相対的上昇に対して国産率は、その上限が 1 となっている。国別商品別に価格弾性 $\beta_{Ri}^{d(I)}$ を推計することは資料の制約上困難であることから、我が国の資料（[5]）に基づいて（中間投入需要に限らずに）商品別価格弾性のパラメータを推計し、モデルではこれを援用する。この $\beta_{Ri}^{d(I)}$ に基づいて、モデルでベースとする（調整済み）国際産業連関表と整合的に $\alpha_{Ri}^{d(I)}$ の値を国別商品別産業別に導出することになる。なお、非貿易財は $\alpha_{Ri}^{d(I)} = 0$ として与え（よって $w_{Ri}^{d(I)} = 1$ ）、非競争輸入財については (10) 式で定義されずに $w_{Ri}^{d(I)} = 0$ として扱うことにする。

また輸入品のうち輸入相手国別の実質比率（シェア）は次のように定義される（非貿易財のとき 0）。

$$w_{R'Ri}^{m(I)} = \frac{\sum_{j \in \mathbf{I}} X_{R'Rij}}{\sum_{R' \in \mathbf{R}'_w} \sum_{j \in \mathbf{I}} X_{R'Rij}} \quad (R' \in \mathbf{R}'_w, R \in \mathbf{R}_d, i \in \mathbf{C}_{ci}) \quad (11)$$

(4) 式の第 1 式および (7) 式における右辺第 2 項が等しくなるような集計輸入価格（中間需要向け）は、(11) 式によるウェイトを用いて、

$$P_{Ri}^{m(I)} = \sum_{R' \in \mathbf{R}'_w} w_{R'Ri}^{m(I)} P_{R'Ri}^{m(I)} \quad (R \in \mathbf{R}_d, i \in \mathbf{C}_{ci}) \quad (12)$$

² Isard 型では、ある R' 国産の i 商品において、 R 国によるその輸入比率が j 産業別に異なりうることを示しているが、実際の作表段階においてはその情報は入手困難であり十分に反映されていない。よって本モデルでは産業別に輸入比率の差異を扱わないこととし、その意味では Isard 型より変換した Chenery 型の国際産業連関表をベースにしている。しかしながら、中間需要向けと最終需要向け（およびその最終需要項目別）では同 i 商品の輸入比率は定義的に大きく異なる。半導体素子などの中間財については家計投入（最終需要投入）は 0 であるし、また同一商品であってもその用途の差異（および商品分類の細分化の程度によって反映されなかった商品の質的差異）を反映して中間需要向けと最終需要向けでは輸入比率に顕著な相違がある。よって輸出および輸入において、この両者を分離した拡大型の Chenery 型国際産業連関表が本モデルでのベースとなる。

と求められる。輸入相手国別の実質輸入比率については (10) 式と同様なパラメータを求めることが我が国の資料によっても困難であるため、国際産業連関表より観察される中間需要についての輸入相手国別比率 (名目評価による輸入総額に占める相手国別の輸入額) $s_{R' Ri}^{m(I)}$ を与えて次のように定義する。

$$w_{R' Ri}^{m(I)} = \frac{s_{R' Ri}^{m(I)} P_{Ri}^{m(I)} / P_{R' Ri}^{m(I)}}{\sum_{R' \in \mathbf{R}_w} s_{R' Ri}^{m(I)} P_{Ri}^{m(I)} / P_{R' Ri}^{m(I)}} \quad (R' \in \mathbf{R}_w, R \in \mathbf{R}_d, i \in \mathbf{C}_{ci}) \quad (13)$$

また実質投入係数を a_{Rij} とすると、以上の展開から実質バランスは保たれているので (5) 式より、

$$\begin{aligned} a_{Rij} &= \frac{X_{Rij}}{X_{Rj}} = \frac{X_{RRij} + \sum_{R' \in \mathbf{R}_w} X_{R' Rij}}{X_{Rj}} \\ &= a_{Rij}^d + \sum_{R' \in \mathbf{R}_w} a_{R' Rij}^m \quad (R \in \mathbf{R}_d, i \in \mathbf{C}, j \in \mathbf{I}) \end{aligned} \quad (14)$$

として国内財の実質投入係数 a_{Rij}^d および輸入財の実質投入係数 $a_{R' Rij}^m$ の和集計によって表わすことができる。それらは、(9) 式および (11) 式より、以下のように定義される。

$$a_{Rij}^d = \frac{X_{RRij}}{X_{Rj}} = w_{Ri}^{d(I)} a_{Rij} \quad (R \in \mathbf{R}_d, i \in \mathbf{C}, j \in \mathbf{I}) \quad (15)$$

$$a_{R' Rij}^m = \frac{X_{R' Rij}}{X_{Rj}} = w_{R' Ri}^{m(I)} \left(1 - w_{Ri}^{d(I)}\right) a_{Rij} \quad (R' \in \mathbf{R}_w, R \in \mathbf{R}_d, i \in \mathbf{C}, j \in \mathbf{I}) \quad (16)$$

4 短期供給行動

本モデルでは産業という生産行動をおこなう主体が存在するが、その所有はすべて自国内における家計に帰属するものとして扱っている。産業は期首に与えられた資本ストックと中間投入係数によって表わされる技術構造を所与とし、完全競争下の利潤極大行動に基づいて、財市場においては供給主体、労働市場においては需要主体としての行動をおこなう。また資本市場においても産業は需要主体であるが、産業別投資量の決定は第5節で与える。本モデルは技術移転の効果に関するシミュレーションを行うことを一つの目的としており、移転される「技術」は中間投入係数と必要労働投入係数、およびそれを可能にする投資量 (あるいは資本係数) の集合体として定義されている。では、以下で生産者行動モデルを定式化することにしよう。

はじめにモデルで定義される産業のコスト式を与えることにする。 R 国 j 産業の (R 国通貨単位による) 名目投入バランス式である (6) 式において、粗付加価値を次のように定義する。

$$VA_{Rj} = L_{Rj} h_{Rj} P_{Rj}^L P_{Rj}^{L0} + K_{Rj} P_{Rj}^K P_{Rj}^{K0} + T_{Rj}^I \quad (R \in \mathbf{R}_d, j \in \mathbf{I}) \quad (17)$$

ここで労働所得は、労働者数 L_{Rj} 、労働時間 h_{Rj} および時間あたり賃金率 P_{Rj}^L の積、資本所得は資本サービス量 K_{Rj} と資本サービス価格 P_{Rj}^K の積によって示し、純間接税 (間接税 - 補助金) 額を T_{Rj}^I とする。なお上記生産要素価格は基準年を 1 とする指数であり、 P_{Rj}^{L0} 、 P_{Rj}^{K0} が基準年次となる労働所得・資本所得に対応する調整係数を示す。ここで純間接税率を、

$$\tau_{Rj}^I = \frac{T_{Rj}^I}{P_{Rj}^d X_{Rj} - T_{Rj}^I} \quad (R \in \mathbf{R}_d, j \in \mathbf{I}) \quad (18)$$

とすると、名目コスト $C_{Rj} (= P_{Rj}^d X_{Rj})$ の定義式は (4) 式に、(17) 式および (18) 式を代入して、

$$\begin{aligned} C_{Rj} &= (1 + \tau_{Rj}^I) \left[\sum_{i \in \mathbf{C}} \left(P_{Ri}^d X_{RRij} + \sum_{R' \in \mathbf{R}_w} \frac{e_R}{e_{R'}} (1 + \tau_{Ri}^M) (1 + \gamma_{R' Ri}) P_{R' i}^d X_{R' Rij} \right) \right. \\ &\quad \left. + L_{Rj} h_{Rj} P_{Rj}^L P_{Rj}^{L0} + K_{Rj} P_{Rj}^K P_{Rj}^{K0} \right] \quad (R \in \mathbf{R}_d, j \in \mathbf{I}) \end{aligned} \quad (19)$$

と導かれる。では、次に産業別生産関数および労働需要を定式化することにしよう。われわれのモデルでは、期首に資本量が与えられたもとでの短期生産関数を想定している。本モデルが広く発展途上国（Developing Countries）を含む 10ヶ国を対象としており、いわゆる二重経済構造（Dual Economy）を考慮すれば、特に農業部門については経済発展段階における特殊な役割を定式化する必要がある。図 1 は、戦前 1930 年から現在まで我が国の名目 GDP に占める第 1 次産業のシェアの歴史的推移と、その他環太平洋諸国については 1990 年時点における同比率を示したものである³。

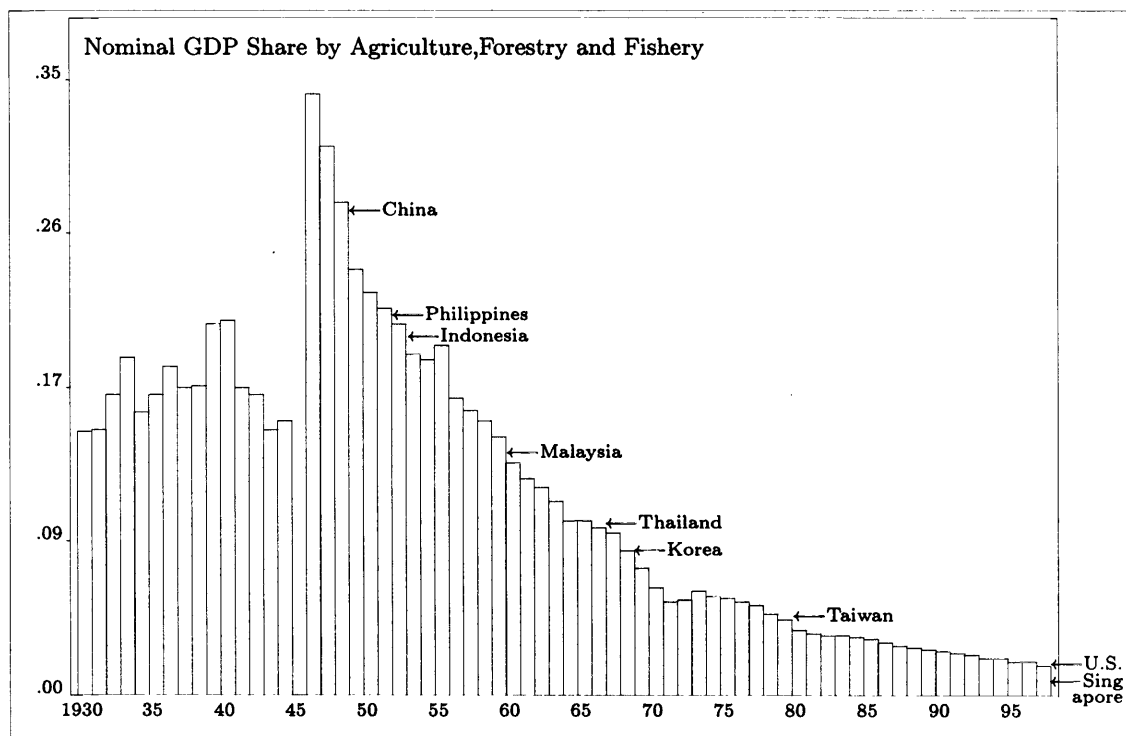


図 1: 日本の第 1 次産業名目 GDP シェアとアジア諸国 1990 年レベルの比較

我が国の第 1 次産業による名目 GDP シェアは戦前には 15-20%程度を占めていたが、大戦直後一時的に 35%もの大きなシェアを示している⁴。経済復興に伴って 1950 年には戦前レベルの 20%強まで急速に低下し、敗戦後 5 年でほぼ戦前の産業構造を取り戻している。高度成長期の開始時（18%程度）からオイルショック時（5%程度）まではほぼ一律に第 1 次産業比率は低下し、その急速な経済成長の達成に伴って産業構造を大きく変化させている。1980 年代に入ってから緩やかにそのシェアは減少し、現在では 2%を切る水準まで小さなものになっている。アジア諸国の 1990 年時点における同比率は、最大のシェアを持つ中国全体で 27%程度と、我が国の戦後の復興期と同程度のレベルにある。フィリピンとインドネシアが 20%程度、そしてマレーシア、タイ、韓国、台湾がそれに続き、米国（1.5%程度）とシンガポール（0.3%程

³ 日本の資料は、1970 年以降は経済企画庁『国民経済計算年報（平成 11 年版）』、1955-69 年は同『長期勘定及主要系列 国民経済計算報告—平成 2 年基準—』による経済活動別国内総生産である。またそれ以前の系列は『国民所得統計』による国民所得の系列を 1955 年をベンチとして接続した（なお、終戦年の値は得られないので空白）。環太平洋諸国について 1990 年時点の値は、アジア研究所「Asian International Input-Output Table 1990」[2] と、ADB「Key Indicators of Developing Asian and Pacific Countries」[1] による値の比較検討によって適用した。なお、諸外国の資料の都合から農業部門に限らず第 1 次産業全体について示しているが、ほぼ農業部門として介することができる。

⁴ 一橋大学経済研究所『長期経済統計』によれば、20 世紀初頭に同比率は 40%弱であり、1920 年でも 30%強を占めている。その意味で、大戦直後我が国の産業構造は 1910-20 年代のレベルにまで一時的に後退していることがわかる。後の図 2 による農業部門労働力人口の推移と関連して、大川・小浜 [4] では、大戦の経験から日本経済がいわゆる転換点（turning point）を 2 度通過したと考えている（1919 年頃と 1960 年頃）。

度)が現在の日本のシェア(1.8%程度、なお農業部門のみでは1.4%弱)を下回っている。1990年レベルで中国における地域別の同比率をみると、本モデルでの地域分類によれば沿海部(C_e)25%(うち農業部門は81%を占める)、東北部(C_n)26%(同89%)、西部(C_w)33%(同93%)と、一人当たりGDPの低い西部が最大であるが、最も進んでいる沿海部においても諸外国との比較においては依然として高い状態にあると言えよう。また現在の中国をみると、中国全体で1990年レベルのフィリピンとインドネシア(20%程度)と同じグループに位置する。

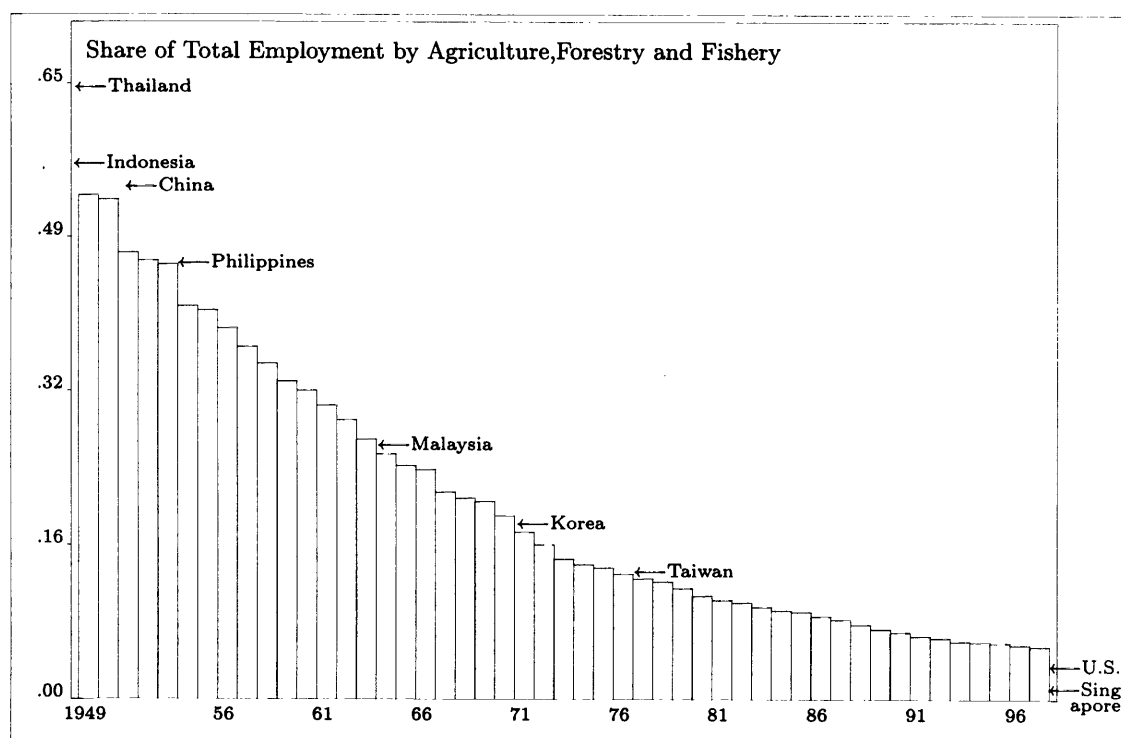


図 2: 日本の第 1 次産業就業者シェアとアジア諸国 1990 年レベルの比較

一方、同様な比較を第 1 次産業就業者比率によってみたものが、図 2 である。図では我が国の 1949 年から 1997 年までの第 1 次産業就業者比率と、アジア諸国の 1990 年時点における同比率を示している⁵。タイ 64%、インドネシア 56%がもっとも高いが、両国ともに 14 歳以下の就業者を含んでいることから、中国 53%、フィリピン 45%とほぼ同じグループに属し、我が国の戦後復興期と同程度に第 1 次産業就業者が多い。図 1 と合わせるとこのグループでは、農業部門に多くの潜在失業者がおり、経済発展論的には農業部門から工業部門へいわゆる無制限労働供給(Unlimited Labor Supply)を提供する母体を有していると考えられるであろう。マレーシアに関しては 26%と中間的な位置にあるが、1980 年の 35%程度から 1997 年の 17%まで急速に第 1 次就業人口シェアが低下している。タイ、中国、フィリピンが 1997 年レベルでも未だほぼ 50%程度(インドネシアは 41%)であることから比較すれば、マレーシアはむしろ韓国 18%(1990 年)、台湾 13%(1990 年)と同じグループ(日本では 1980 年のレベル)に位置づけることが妥当であろう。韓国の時系列的な同シェアの推移をみると、1975 年の 46%から 1997 年の 11%まで日本より

⁵ 我が国の資料は 1955 年から 1995 年まで 5 年おきに「国勢調査」によっており、それをベンチに毎年の「労働力調査」によって補間推計したものである。台湾を除く諸外国については ILO「Yearbook of labour Statistics」、および台湾については ADB「Key Indicators of Developing Asian and Pacific Countries」によっている。なお、図 2 では若干の産業分類上の不具合と就業者とする範囲など相違が残されている。例えば、タイは 13 歳以上、インドネシアは 10 歳以上をカウントしており、就業者母集団に軍人を含むか等の相違がある。

も急速に低下しており、経済成長に伴って産業間で労働力の資源配分がよりスムーズにおこなわれたことを示している。台湾も1980年の20%弱程度から1997年の10%弱まで日本とほぼ同様な速度によって労働力の産業配分がおこなわれている。シンガポールではその特異な産業構造によって0.3%程度と若干でしかないが、米国でも1980年代よりほぼ3%程度（現在では未満）と我が国の1997年レベル6%弱を下回っている。

以上、第一次産業部門（農業部門）を中心に本モデルでの対象諸国の経済発展論的な位置づけを探ってきた。フィリピンの都市部におけるスラム化などを考慮すれば、厳密には第1次産業就業者数のシェアの大きさのみが無制限労働供給の母体では無い。しかし上記のような比較によって、ほぼグルーピングが可能である。本モデルで対象とする10ヶ国の中でタイ、中国、フィリピン、インドネシアの4ヶ国が、現在でも経済発展論的な意味でいわゆる転換点（turning point）を未だ通過しておらず、農業部門が工業部門の賃金水準決定に大きな制約を課していると言える。同時にその農業部門からの安価で大量な未熟練労働者の労働供給は、当該国の労働集約的産業における国際競争力を支える源泉である。モデルでは転換点を通過する前の経済構造、および工業化の進展による製造業部門における労働需要の増加が過剰労働力の枯渇させ、転換点を通過する姿を定式化する必要がある。

まず、はじめに生産関数を与えることから上記のような記述へと接近することにしよう。各国の農業部門（ I_a ）、製造業部門（ I_m ）、サービス部門（ I_s ）と大きくグルーピングをし（表2参照）、農業部門とサービス部門の生産関数については、Cobb-Douglas型により次のように定式化する。

$$X_{Rj} = a_{Rj} (L_{Rj} h_{Rj})^{b_{Rj}} K_{Rj}^{c_{Rj}} A_R^{d_{Rj}} \quad (R \in \mathbf{R}_d, j \in \mathbf{I}_a) \quad (20)$$

$$X_{Rj} = a_{Rj} (L_{Rj} h_{Rj}^*)^{b_{Rj}} K_{Rj}^{c_{Rj}} G_R^{d_{Rj}} \quad (R \in \mathbf{R}_d, j \in \mathbf{I}_s) \quad (21)$$

ここで農業部門生産関数における A_R は R 国における農用地面積である。外生的に与えられる各国農地面積と期首において固定されている資本投入量を所与として、農業部門の生産量はマンパワーベース（ $L_{Rj} h_{Rj}, j \in \mathbf{I}_a$ ）での労働投入量によって供給調整が為されることになる。一方サービス部門は、期首資本量を所与とし、想定される労働時間（ $h_{Rj}^*, j \in \mathbf{I}_s$ ）が与えられたもとで、マンベースの労働投入量によって短期的な供給調整がおこなわれる。輸送部門については特に公的部門によって形成される道路や港湾等社会資本賦存量 G_R によって、その限界生産力が制約されていることを示している（輸送部門以外のサービス業では、(21)式においてパラメータ d_{Rj} がゼロとなる）。製造業部門については、同様に期首の資本ストックレベル所与の下で、次のようにSFS（Semi-Factor Substitution）生産関数の拡張によって記述する。

$$L_{Rj} = a_{Rj}^L K_{Rj}^{b_{Rj}^L}, \quad (22)$$

$$Q_{Rj} = a_{Rj}^Q K_{Rj}^{b_{Rj}^Q}, \quad (23)$$

$$X_{Rj} = Q_{Rj} \hat{h}_{Rj} \quad (R \in \mathbf{R}_d, j \in \mathbf{I}_m) \quad (24)$$

SFS生産関数では、必要労働需要者数 L_{Rj} は(22)式に示すように、期首の資本ストックに対する配置人員として短期的に規定されている。一方(23)式のように、期首の資本設備はその設計段階で想定される標準稼働時間 h_{Rj}^* のもとで、単位時間当たりの設備能力量 Q_{Rj} を持つ。 Q_{Rj} は資本設備の利用において技術的に最も効率の良い標準稼働時間で評価した（時間当たり）設備能力量を表わすから、実際の稼働時間（実稼働時間） h_{Rj} の変化に対しては資本設備の効率性の減少を考慮しなければならない。標準稼働時間からの乖離による資本設備の効率性減少を織り込んだ稼働時間を、「有効稼働時間」 $\hat{h}_{Rj}$ と定義することにする。よって生産量は、（ h_{Rj}^* の想定のもとで評価した）単位時間当たり設備能力量 Q_{Rj} と有効稼働時間 $\hat{h}_{Rj}$ との積によって(24)式のように決定される⁶。有効稼働時間は、ある資本設備に対して技術的に規定される標準稼働時間と実稼働時間が乖離した場合の効率性における技術的ロスを考慮したものであり、それを標準

⁶ 従来、辻村・黒田[8]、黒田・野村[6]等のモデルで扱っていたSFS生産関数は、(24)式において標準稼働時間 h_{Rj}^* と実稼働時

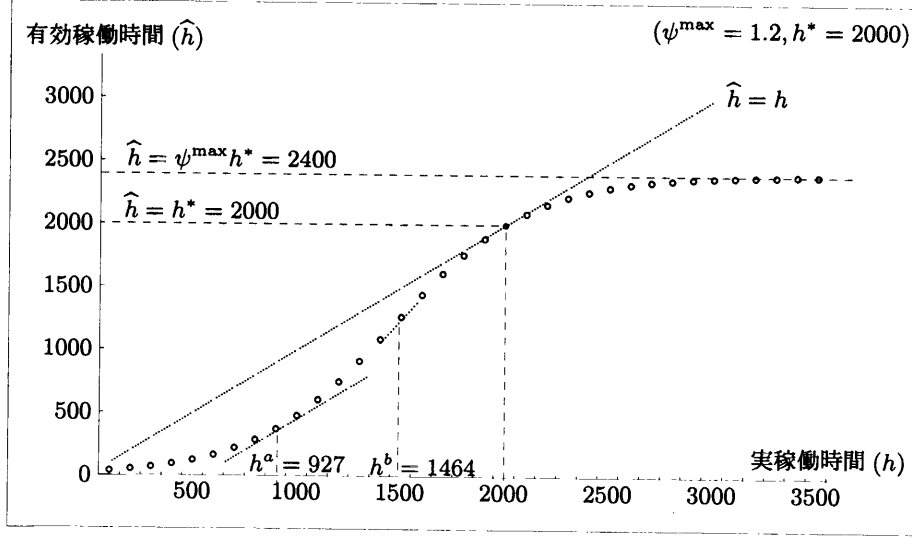


図 3: 有効稼働時間関数

稼働時間 h_{Rj}^* と実稼働時間 h_{Rj} との関数によって次のように定式化することにする。

$$\begin{aligned} \hat{h}_{Rj} &= \frac{\alpha_{Rj} h_{Rj}^*}{\alpha_{Rj} - 1 + \text{EXP} \left[\alpha_{Rj} \left(\frac{h_{Rj}^* - h_{Rj}}{h_{Rj}^*} \right) \right]}, \\ \lim_{h_{Rj} \rightarrow \infty} &= \psi_{Rj}^{\max} h_{Rj}^* \quad (R \in \mathbf{R}_d, j \in \mathbf{I}_m) \end{aligned} \quad (25)$$

(25) 式は、期首に固定された資本設備のもとで、実稼働時間の増加は上限として技術的制約により最大稼働時間 $\psi_{Rj}^{\max} h_{Rj}^*$ ($\psi_{Rj}^{\max} > 1$) を持ち、パラメータ α_{Rj} は $\frac{\psi_{Rj}^{\max}}{\psi_{Rj}^{\max} - 1}$ という関係を持つ。また実稼働時間 h_{Rj} が標準稼働時間 h_{Rj}^* に等しいとき有効稼働時間も標準稼働時間に一致する。ここで実稼働時間と (25) 式によって示した有効稼働時間との差を設備能力における技術的（時間）ロス Φ_{Rj} とすれば、その実稼働時間によって微分した微係数は $h_{Rj} = h_{Rj}^*$ のとき最小の値 0 をとる。実稼働時間が標準稼働時間より短い ($h_{Rj} < h_{Rj}^*$) とき、技術的ロス Φ_{Rj} は (h_{Rj} がほぼ 0 のケースを除き) 正の値をとる。このとき h_{Rj} が $\left[\alpha_{Rj} - 2 \ln(\alpha_{Rj} - 1) \right] \frac{h_{Rj}^*}{\alpha_{Rj}}$ となるととき最大のロスとなり、この実稼働時間を h_{Rj}^a としておこう⁷。また実稼働時間が標準稼働時間より長い ($h_{Rj} > h_{Rj}^*$) とき、技術的ロス Φ_{Rj} は必ず正の値をとり、実稼働時間の増加に伴って技術的ロスも拡大する (h_{Rj} が無限大に近づくとき Φ_{Rj} も無限大 ($= h_{Rj}$) になる)。一例として $\psi_{Rj}^{\max}$ を 1.2、 h_{Rj}^* を 2000 時間（よって技術的 maximum 稼働時間は 2400 時間）として、(25) 式による有効稼働時間関数を例示したものが図 3 である。

間 h_{Rj} の関係として、

$$X_{Rj} = Q_{Rj} h_{Rj}^* \left(\frac{h_{Rj}}{h_{Rj}^*} \right)^{\alpha_{Rj}}$$

によって記述していた（ただし $0 \leq \alpha_{Rj} \leq 1$ ）。この定式化によれば実稼働時間による二階の微係数は負となり、実稼働時間の増加によってその限界生産力は常に低減する（実稼働時間が短いほど限界生産力は高い）という問題点を含んでいる。よって本稿ではこれを拡張し、標準稼働時間との対応で定義されるように拡張することを試みている。

⁷ 実稼働時間が h_{Rj}^a のとき、その技術的ロス率は、

$$\left[\frac{\alpha_{Rj} (\alpha_{Rj} - 2) - 2 (\alpha_{Rj} - 1) \ln(\alpha_{Rj} - 1)}{\alpha_{Rj} (\alpha_{Rj} - 1)} \right] \frac{h_{Rj}^*}{h_{Rj}}$$

によって示される。

図3にみるように有効稼働時間関数は、実稼働時間 h_{Rj} が標準稼働時間 h_{Rj}^* (2000 時間) のとき 45 度線 ($\hat{h}_{Rj} = h_{Rj}$) と接し、技術的ロス Φ_{Rj} が 0 となる。同様に実稼働時間が h_{Rj}^a (927 時間) のとき傾きが 1 になり、このとき技術的ロス ($h_{Rj} < h_{Rj}^*$ の範囲において) 最大値 527 時間となり、実稼働時間の 57% が技術的な意味でのロスとして評価される。また図の h_{Rj}^b ($= [\alpha_{Rj} - \ln(\alpha_{Rj} - 1)] \frac{h_{Rj}^*}{\alpha_{Rj}}$) は追加的な稼働時間に対して限界的に最大の有効性を持ち (傾きは 1.8)、この例では 1464 時間である。 h_{Rj}^b は限界的に最大値をとるが、 $h_{Rj}^b < h_{Rj} < h_{Rj}^*$ の範囲においてその傾きは 1 を超えているので、1 時間の稼働時間の延長が (稼働時間に関する) 技術的効率性を反映して 1 時間以上の有効性をもたらすことになる。よって企業はその資本設備の利用において、 $h_{Rj} = h_{Rj}^*$ となる水準まで稼働時間を高めることがもっとも技術的効率性を高める (ロスを少なくする) ことができる。 $h_{Rj} > h_{Rj}^*$ の範囲では技術的効率性が低減し、稼働時間が 3000 時間を超えてもほとんど追加的に有効稼働時間を高めることができずに、 $\hat{h}_{Rj} = \psi_{Rj}^{\max} h_{Rj}^*$ (2400 時間) が (資本設備所与のもとで) 供給調整可能な上限を規定している。技術的な意味で最適な稼働時間は標準稼働時間であるけれども、財市場における需給バランスによって実稼働時間は h_{Rj}^* から乖離して限られた範囲の中で供給調整をおこなうことになる。

以上のような産業別生産関数をもとに Dual Economy の特性を描くことにしよう。総労働供給者数は、外生的に与えられる総人口から経済活動人口 (Economically Active Population) として次のようにする。

$$L_R = N_R w_R^L \quad (R \in \mathbf{R}_d) \quad (26)$$

w_R^L は R 国における経済活動人口への変換パラメーターであり、各国の就業者に関する制度的および慣習的要素を反映して観察資料から求められるものである。本モデルでは労働供給行動は明示的に扱わず、総労働需要と (26) 式による総労働供給が一致するように短期的な産業間労働配分がおこなわれるものとする (製造業部門は (24) 式に示した拡張 SFS 型生産関数によって、期首の資本設備に依存して配置する労働者数は先決内生変数である)。農業部門の労働者数は、経済活動人口の中からその他すべての産業部門による労働需要を除いた人数として、

$$L_{Rj} = L_R - \sum_{j' \in \mathbf{I}_a} L_{Rj'} \quad (R \in \mathbf{R}_d, j \in \mathbf{I}_a) \quad (27)$$

によって定義しておこう。ここで $\mathbf{I}_a$ は表 2 での定義のとおり農業以外の産業部門 ($\mathbf{I}_m \cup \mathbf{I}_s$) である。(21) 式の農業部門生産関数において、man-hour ベースでの労働限界生産力は、

$$\frac{\partial X_{Rj}}{\partial (L_{Rj} h_{Rj})} = a_{Rj} b_{Rj} A_R^{d_{Rj}} (L_{Rj} h_{Rj})^{b_{Rj}-1} K_{Rj}^{c_{Rj}} = \frac{b_{Rj} X_{Rj}}{L_{Rj} h_{Rj}} \quad (R \in \mathbf{R}_d, j \in \mathbf{I}_a) \quad (28)$$

と表わされるから、農業部門の費用定義式 (19) 式に (15) 式および (16) 式を代入して、price taker として農産物価格が与えられたもとでの利潤極大行動より次のような供給関数を導くことができる。

$$P_{Rj}^d = \frac{1 + \tau_{Rj}^I}{1 - (1 + \tau_{Rj}^I) a_{Rjj}^d} \left[\sum_{i' \in \mathbf{C}'} P_{Ri'}^d a_{Ri'j}^d + \sum_{i \in \mathbf{C}} \sum_{R' \in \mathbf{R}_w'} P_{R'Ri}^m a_{R'Ri}^m \right. \\ \left. + \frac{P_{Rj}^L P_{Rj}^{L0}}{b_{Rj} (a_{Rj} K_{Rj}^{c_{Rj}} A_R^{d_{Rj}})^{\frac{1}{b_{Rj}}}} X_{Rj}^{\frac{1-b_{Rj}}{b_{Rj}}} \right] \quad (R \in \mathbf{R}_d, j \in \mathbf{I}_a) \quad (29)$$

ここで、 $\mathbf{C}'$ は j 産業の自部門 i 産品を除く全商品であり、 $i \in \mathbf{C}$ かつ $i \neq j$ として記述している。(29) 式から農業部門における時間当たり賃金率について解くと、

$$P_{Rj}^L = \left[\frac{1 - (1 + \tau_{Rj}^I) a_{Rjj}^d}{1 + \tau_{Rj}^I} P_{Rj}^d - \left(\sum_{i' \in \mathbf{C}'} P_{Ri'}^d a_{Ri'j}^d + \sum_{i \in \mathbf{C}} \sum_{R' \in \mathbf{R}_w'} P_{R'Ri}^m a_{R'Ri}^m \right) \right] \\ \frac{b_{Rj} (a_{Rj} K_{Rj}^{c_{Rj}} A_R^{d_{Rj}})^{\frac{1}{b_{Rj}}}}{P_{Rj}^{L0}} X_{Rj}^{\frac{b_{Rj}-1}{b_{Rj}}} \quad (R \in \mathbf{R}_d, j \in \mathbf{I}_a) \quad (30)$$

となる。農業部門における時間当たり賃金率は、後に描くように全ての財・サービス市場の需給均衡によって均衡数量および均衡価格と同時決定されることになる。一方、農業部門就業者数は (27) 式によって (同時に) 決定されるから、均衡数量と就業者数の決定が農業部門生産関数 (21) 式から当該部門において必要な実労働時間 h_{Rj} を決定する。この実労働時間 h_{Rj} と (30) 式によって表わされる農業部門時間当たり賃金率 (および調整係数 P_{Rj}^{L0}) の積によって、事後的に一人当たり賃金が求められる。農業部門の一人当たり賃金をあらためて $W_{Rj} (j \in \mathbf{I}_a)$ と記述することにしよう ($W_{Rj} = h_{Rj} P_{Rj}^L P_{Rj}^{L0}$)。残余として定義される農業就業者は、Dual Economy の状態において潜在的失業を含んだ極めて大きな就業シェアを有するから、全ての市場均衡の結果解かれる農業部門の一人当たり賃金 W_{Rj} は、他の産業部門に比して小さなものになっていると考えられる。他方実労働時間 h_{Rj} は、農業部門の一人当たり賃金率が低水準にあり、農業部門に過剰労働力を有している経済においても、必ずしも他産業と比して短いものではない。このことは農業部門において就業者数が過小であることを示すものではなく、むしろ農産物の過剰供給と価格低下、およびそれによってもたらされる賃金率低下によって最低生存水準維持のために労働時間を増加せざるを得ない状態であると言える。一種の Multhusian Trap の状態である。よって Dual Economy からの転換点を示す指標としては、時間当たり賃金率ではなく、一人当たり賃金の産業間比較が有効であろう。そこで、製造業部門における産業別一人当たり賃金の最小値を $W_R^{\min}$ として、次のように与えることにしよう。

$$W_R^{\min} = \min_{j \in \mathbf{I}_m} \left(\frac{L_{Rj} h_{Rj} P_{Rj}^L P_{Rj}^{L0}}{L_{Rj}} \right) \quad (R \in \mathbf{R}_d) \quad (31)$$

一人当たり賃金について農業部門と製造業部門との比較から、両部門の賃金上昇を結び付ける賃金格差方程式を次のように定義しよう。

$$\frac{P_{Rj(t)}^L}{P_{Rj(t-1)}^L} = \begin{cases} 1 & , \text{ if } (W_{Rj(t-1)})_{j \in \mathbf{I}_a} < \omega_R W_R^{\min} \\ \left(\frac{P_{Rj(t)}^L}{P_{Rj(t-1)}^L} \right)_{j \in \mathbf{I}_a} & , \text{ otherwise} \end{cases} \quad (R \in \mathbf{R}_d, j \in \mathbf{I}'_a) \quad (32)$$

Dual Economy の状態において潜在的失業者をその内部に抱える状態のときには、農業部門の一人当たり賃金は製造業部門において最低賃金となる産業に比して小さいレベルにある。その場合には、他産業において追加的な労働需要を要する際にも、無制限労働供給の母体としての農業部門から安価な労働力の確保が可能であるから、他産業における賃金上昇は発生せず一定の値をとったままである。よって他産業における生産物価格が労働コストによって上昇することはなく、特に労働集約的な産業において競争力を維持することができる。その際、農業部門就業者にとってはその他産業部門への労働移動によって一人当たり賃金の上昇が可能になるから、農業部門から他産業へ労働移動が進行するインセンティブを有している。一方で、安価な労働力を背景とする近代部門としての製造業部門における生産拡大が、当該部門における資本蓄積を促し ((23) 式)、その資本蓄積に規定されて (22) 式に従って労働需要の拡大 (農業部門からの労働移動) が為されることになる。そのことは residual としての農業部門就業者を初期保有状態から徐々に減少させ、農業部門の一人当たり賃金および時間当たり賃金率を上昇させることになる。もし農業部門の一人当たり賃金が最小製造業賃金 $W_R^{\min}$ と同等程度にまで上昇したときに、もはや農業部門から安価な賃金の労働移動は困難となり、はじめて農業以外の産業において賃金上昇圧力が加わる。このときが Dual Economy の解消される転換点 (turning point) であり、はじめて全産業の時間当たり賃金率は農業部門のそれと同率で上昇する。言い換えると、全ての産業で賃金率についての産業間格差率は依然として保たれながらも、賃金率の上昇率は同一であり、総労働供給と総労働需要が等しくなるように賃金率が決定されることになる。以上の連続的なプロセスを (32) 式によって示している。(32) 式では Dual Economy からの転換点となる一人当たり最小製造業賃金 $W_R^{\min}$ に ω_R という格差パラメーターが導入されている。本来比較されるべきは、農業部門の一人当たり賃金に対する他産業の最小製造業賃金ではなく、ある産業内に持つ学歴別・年齢別・性別属性を持った就業構造のうち最低賃金となる未熟練労働者のレベルであろう。モデルでは産業毎に固有の就業構造は所与として平均賃金のみ考慮していることから、 $\omega_R (< 1)$ という格差パ

ラメーターによってこの調整係数の役割を担っている。観察資料との対応では、1960年頃の日本の賃金構造の分析を通じて経験的にこの値を想定し、諸外国に適用することになる。

では次に、他産業の供給曲線を導くことにしよう。サービス部門においては想定労働時間が期首に与えられているものとし、サービス市場における需給均衡を反映して労働者数が短期的に調整される。(29)式に示した農業部門の供給関数とほぼ同様に、サービス部門の供給関数は利潤極大行動により次のように導くことができる。

$$P_{Rj}^d = \frac{1 + \tau_{Rj}^I}{1 - (1 + \tau_{Rj}^I) a_{Rjj}^d} \left[\sum_{i' \in C'} P_{Ri'}^d a_{Ri'j}^d + \sum_{i \in C} \sum_{R' \in R'_w} P_{R'i}^m a_{R'i}^m \right. \\ \left. + \frac{P_{Rj}^L P_{Rj}^{L0}}{b_{Rj} (a_{Rj} K_{Rj}^{c_{Rj}} G_{Rj}^{d_{Rj}})^{\frac{1}{b_{Rj}}}} X_{Rj}^{\frac{1-b_{Rj}}{b_{Rj}}} \right] \quad (R \in \mathbf{R}_d, j \in \mathbf{I}_s) \quad (33)$$

サービス部門の時間当たり賃金率は(32)式に示したように農業部門の一人当たり賃金とその他産業の平均賃金との比較によって外生的に与えられるから、(33)式におけるサービス部門の供給関数は生産価格 P_{Rj}^d と生産量 X_{Rj} との関係式のみを示している。市場均衡によって均衡数量が決定されると、サービス部門生産関数(21)式により、必要労働者数が同時に求められ、製造業部門における労働需要者数が短期的に所与であることから、(27)式において residual としての農業部門労働者数を決定することになる。

製造業部門については、(24)式に(23)式および(25)式を代入して実労働時間について解くと、

$$h_{Rj} = \left[1 - \frac{1}{\alpha_{Rj}} \ln \left(\frac{\alpha_{Rj} X_{Rj}^* - (\alpha_{Rj} - 1) X_{Rj}}{X_{Rj}} \right) \right] h_{Rj}^* \quad (R \in \mathbf{R}_d, j \in \mathbf{I}_m) \quad (34)$$

と求められる。ここで X_{Rj}^* は標準稼働時間 h_{Rj}^* のもとの生産量であり、拡張 SFS 生産関数(24)式に $\hat{h}_{Rj} = h_{Rj}^*$ を代入して定義されている(資本設備の固定した期首において所与である)。製造業部門の実労働時間を生産量によって微分すると、次のように求められる。

$$\frac{\partial h_{Rj}}{\partial X_{Rj}} = \frac{h_{Rj}^* X_{Rj}^*}{(\alpha_{Rj} X_{Rj}^* - (\alpha_{Rj} - 1) X_{Rj}) X_{Rj}} \quad (R \in \mathbf{R}_d, j \in \mathbf{I}_m) \quad (35)$$

よって製造業部門における供給関数は以下ようになる。

$$P_{Rj}^d = \frac{1 + \tau_{Rj}^I}{1 - (1 + \tau_{Rj}^I) a_{Rjj}^d} \left[\sum_{i' \in C'} P_{Ri'}^d a_{Ri'j}^d + \sum_{i \in C} \sum_{R' \in R'_w} P_{R'i}^m a_{R'i}^m \right. \\ \left. + \frac{L_{Rj} h_{Rj}^* P_{Rj}^L P_{Rj}^{L0} X_{Rj}^*}{(\alpha_{Rj} X_{Rj}^* - (\alpha_{Rj} - 1) X_{Rj}) X_{Rj}} \right] \quad (R \in \mathbf{R}_d, j \in \mathbf{I}_m) \quad (36)$$

(36)式は製造業部門の価格と数量のみの関係を示し、市場均衡による均衡数量の決定が(34)式によって実稼働時間(実労働時間)を同時に決定することになる。以上の(29)式、(33)式および(36)式によって表わされた国別産業別供給関数は産業数 $n(\mathbf{I}) \times$ 内生国数 $n(\mathbf{R}_d)$ 本であり、生産量を与えられたもとで解かれる内生変数は商品数 $n(\mathbf{C}) \times$ 内生国数 $n(\mathbf{R}_d)$ および農業部門の時間当たり賃金率の国数 $n(\mathbf{R}_d)$ である。ここで次のような各国において貨幣市場の均衡式を与えることにしよう。

$$M_R v_R = \sum_{i \in C} P_{Ri}^d X_{Ri} \quad (R \in \mathbf{R}_d) \quad (37)$$

ここで M_R は R 国における各国通貨単位によるマネーサプライ、 v_R は流通速度であり、ともに外生的に与えられる⁸。この内生国数 $n(\mathbf{R}_d)$ 本の貨幣数量方程式を加えて、国別産業別国内生産価格と各国の農業部

⁸ なお中国については仮想的ながら、地域別に想定している。

門賃金率を同時決定する図式を示すことができる。先に示した Dual Economy からの転換点を与える (32) 式を、次のように再記することにしよう。

$$P_{Rj}^L = \Xi_R \frac{P_{Rj(t-1)}^L}{\left(P_{Rj(t-1)}^L\right)_{j \in \mathbf{I}_a}} (P_{Rj}^L)_{j \in \mathbf{I}_a}$$

$$\Xi_R = \begin{cases} 1 & , \text{ if } (W_{Rj(t-1)})_{j \in \mathbf{I}_a} < \omega_R W_{R(t-1)}^{\min} \\ \left(\frac{P_{Rj(t-1)}^L}{P_{Rj}^L}\right)_{j \in \mathbf{I}_a} & , \text{ otherwise} \end{cases} \quad (R \in \mathbf{R}_d, j \in \mathbf{I}'_a) \quad (32)'$$

(32)'式における Ξ_R は一種のダミー変数であり、(32)式と同様の記述になっている（ただし t 期については明らかなので省略している）。以上を前提にして、次のような変数を定義する（以下、簡単化のため農業部門の時間当たり賃金率 $(P_{Rj}^L)_{j \in \mathbf{I}_a}$ を P_{R1}^L として記述する）。

$$d_{Rj}^1 = \frac{1 + \tau_{Rj}^I}{1 - (1 + \tau_{Rj}^I) a_{Rjj}^d} \quad (R \in \mathbf{R}_d, j \in \mathbf{I}) \quad (38)$$

$$d_{R'Rij}^2 = d_{Rj}^1 \frac{e_R}{e_{R'}} (1 + \tau_{Ri}^M) (1 + \gamma_{R' Ri}) \quad (R \in \mathbf{R}_d, j \in \mathbf{I}) \quad (39)$$

$$d_{Rj}^3 = -d_{Rj}^1 \sum_{i \in \mathbf{C}} \sum_{R' \in \mathbf{R}_x} P_{R' Ri}^m a_{R' Rij}^m \quad (R \in \mathbf{R}_d, j \in \mathbf{I}) \quad (40)$$

$$d_{Rj}^4 = \begin{cases} d_{Rj}^1 \frac{\Xi_R P_{Rj(t-1)}^L P_{Rj}^{L0}}{b_{Rj} P_{R1(t-1)}^L (a_{Rj} K_{Rj}^{cRj} A_R^{dRj})^{\frac{1}{b_{Rj}}}} X_{Rj}^{\frac{1-b_{Rj}}{b_{Rj}}} & (R \in \mathbf{R}_d, j \in \mathbf{I}_a) \\ d_{Rj}^1 \frac{\Xi_R P_{Rj(t-1)}^L L_{Rj} h_{Rj}^* P_{Rj}^{L0} X_{Rj}^*}{b_{Rj} P_{R1(t-1)}^L (\alpha_{Rj} X_{Rj}^* - (\alpha_{Rj} - 1) X_{Rj}) X_{Rj}} & (R \in \mathbf{R}_d, j \in \mathbf{I}_m) \\ d_{Rj}^1 \frac{\Xi_R P_{Rj(t-1)}^L P_{Rj}^{L0}}{b_{Rj} P_{R1(t-1)}^L (a_{Rj} K_{Rj}^{cRj})^{\frac{1}{b_{Rj}}}} X_{Rj}^{\frac{1-b_{Rj}}{b_{Rj}}} & (R \in \mathbf{R}_d, j \in \mathbf{I}_s) \end{cases} \quad (41)$$

(40) 式の d_{Rj}^3 は各内生国の供給曲線におけるコスト構造のうち、外生国 $\mathbf{R}_x$ からの生産量1単位当たりの輸入コストを示しており、内生国から単位輸入コストは(1)式によって各輸入相手国の国内生産価格で示すために(39)式の $d_{R'Rij}^2$ によって単位当たり関税および国際運賃・保険料を定義している（また各国通貨単位の相違による調整を含んでいる）。(38)式から(41)式のように定義すると、全ての産業の供給曲線は統一的に、次のように再記することができる。

$$d_{Rj}^3 = P_{Rj}^d + \sum_{i' \in \mathbf{C}'} d_{Rj}^1 a_{Ri'j}^d P_{Ri'}^d$$

$$+ \sum_{i \in \mathbf{C}} \sum_{R' \in \mathbf{R}'_d} d_{R'Rij}^2 a_{R'Rij}^m P_{R'i}^d + d_{Rj}^4 P_{R1}^L \quad (R \in \mathbf{R}_d, j \in \mathbf{I}) \quad (42)$$

(42)式と(37)式を連立して行列表記すると、各種内生価格変数に対して次のように解かれる。

$$\mathbf{P} = (\mathbf{A}^P)^{-1} \mathbf{\Psi} \quad (43)$$

ここで $\mathbf{P}$ および $\mathbf{\Psi}$ は $(n(\mathbf{C}) + 1) \times n(\mathbf{R}_d)$ 列ベクトル、 $\mathbf{A}^P$ は $(n(\mathbf{C}) + 1) \times n(\mathbf{R}_d)$ 行・ $(n(\mathbf{C}) + 1) \times n(\mathbf{R}_d)$ 列のマトリックスを示している。各列ベクトルとマトリックスは次のように定義されている。なお $\mathbf{A}_I^P$ などは $(n(\mathbf{C}) + 1)$ 行・ $(n(\mathbf{C}) + 1) \times n(\mathbf{R}_d)$ 列のマトリックスであり（ T は転置行列を示す）、各国のそれが

全体のマトリックス $\mathbf{A}^P$ を構成している。

$$\mathbf{P} = \begin{pmatrix} \begin{pmatrix} P_{I,1}^d \\ P_{I,2}^d \\ \vdots \\ P_{I,50}^d \\ P_{I,1}^L \end{pmatrix} \\ \begin{pmatrix} P_{M,1}^d \\ P_{M,2}^d \\ \vdots \\ P_{M,50}^d \\ P_{M,1}^L \end{pmatrix} \\ \vdots \\ \begin{pmatrix} P_{C_w,1}^d \\ P_{C_w,2}^d \\ \vdots \\ P_{C_w,50}^d \\ P_{C_w,1}^L \end{pmatrix} \end{pmatrix}, \Psi = \begin{pmatrix} \begin{pmatrix} d_{I,1}^3 \\ d_{I,2}^3 \\ \vdots \\ d_{I,50}^3 \\ M_I v_I \end{pmatrix} \\ \begin{pmatrix} d_{M,1}^3 \\ d_{M,2}^3 \\ \vdots \\ d_{M,50}^3 \\ M_M v_M \end{pmatrix} \\ \vdots \\ \begin{pmatrix} d_{C_w,1}^3 \\ d_{C_w,2}^3 \\ \vdots \\ d_{C_w,50}^3 \\ M_{C_w} v_{C_w} \end{pmatrix} \end{pmatrix}, \mathbf{A}^P = \begin{pmatrix} \mathbf{A}_I^P \\ \mathbf{A}_M^P \\ \mathbf{A}_P^P \\ \mathbf{A}_S^P \\ \mathbf{A}_T^P \\ \mathbf{A}_N^P \\ \mathbf{A}_K^P \\ \mathbf{A}_J^P \\ \mathbf{A}_U^P \\ \mathbf{A}_{C_\bullet}^P \\ \mathbf{A}_{C_n}^P \\ \mathbf{A}_{C_w}^P \end{pmatrix}, \quad (44)$$

$$(\mathbf{A}_I^P)^T = \begin{pmatrix} 1 & d_{I2}^1 a_{I1,2}^d & d_{I3}^1 a_{I1,3}^d & \cdots & d_{I50}^1 a_{I1,50}^d & X_{I1} \\ d_{I1}^1 a_{I2,1}^d & 1 & d_{I3}^1 a_{I2,3}^d & \cdots & d_{I50}^1 a_{I2,50}^d & X_{I2} \\ d_{I1}^1 a_{I3,1}^d & d_{I2}^1 a_{I3,2}^d & 1 & \cdots & d_{I50}^1 a_{I3,50}^d & X_{I3} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \ddots & \vdots & \vdots \\ d_{I1}^1 a_{I50,1}^d & d_{I2}^1 a_{I50,2}^d & d_{I3}^1 a_{I50,3}^d & \cdots & 1 & X_{I50} \\ d_{I1}^4 & d_{I2}^4 & d_{I3}^4 & \cdots & d_{I50}^4 & 0 \\ d_{MI1,1}^2 a_{MI1,1}^m & d_{MI1,2}^2 a_{MI1,2}^m & d_{MI1,3}^2 a_{MI1,3}^m & \cdots & d_{MI1,50}^2 a_{MI1,50}^m & 0 \\ d_{MI2,1}^2 a_{MI2,1}^m & d_{MI2,2}^2 a_{MI2,2}^m & d_{MI2,3}^2 a_{MI2,3}^m & \cdots & d_{MI2,50}^2 a_{MI2,50}^m & 0 \\ d_{MI3,1}^2 a_{MI3,1}^m & d_{MI3,2}^2 a_{MI3,2}^m & d_{MI3,3}^2 a_{MI3,3}^m & \cdots & d_{MI3,50}^2 a_{MI3,50}^m & 0 \\ \vdots & \vdots & \vdots & \ddots & \vdots & \vdots \\ d_{MI50,1}^2 a_{MI50,1}^m & d_{MI50,2}^2 a_{MI50,2}^m & d_{MI50,3}^2 a_{MI50,3}^m & \cdots & d_{MI50,50}^2 a_{MI50,50}^m & 0 \\ 0 & 0 & 0 & \cdots & 0 & 0 \\ \vdots & \vdots & \vdots & \ddots & \vdots & \vdots \\ \vdots & \vdots & \vdots & \ddots & \vdots & \vdots \\ d_{C_w I1,1}^2 a_{C_w I1,1}^m & d_{C_w I1,2}^2 a_{C_w I1,2}^m & d_{C_w I1,3}^2 a_{C_w I1,3}^m & \cdots & d_{C_w I1,50}^2 a_{C_w I1,50}^m & 0 \\ d_{C_w I2,1}^2 a_{C_w I2,1}^m & d_{C_w I2,2}^2 a_{C_w I2,2}^m & d_{C_w I2,3}^2 a_{C_w I2,3}^m & \cdots & d_{C_w I2,50}^2 a_{C_w I2,50}^m & 0 \\ d_{C_w I3,1}^2 a_{C_w I3,1}^m & d_{C_w I3,2}^2 a_{C_w I3,2}^m & d_{C_w I3,3}^2 a_{C_w I3,3}^m & \cdots & d_{C_w I3,50}^2 a_{C_w I3,50}^m & 0 \\ \vdots & \vdots & \vdots & \ddots & \vdots & \vdots \\ d_{C_w I50,1}^2 a_{C_w I50,1}^m & d_{C_w I50,2}^2 a_{C_w I50,2}^m & d_{C_w I50,3}^2 a_{C_w I50,3}^m & \cdots & d_{C_w I50,50}^2 a_{C_w I50,50}^m & 0 \\ 0 & 0 & 0 & \cdots & 0 & 0 \end{pmatrix},$$

$$\begin{aligned}
(\mathbf{A}_M^P)^T &= \begin{pmatrix} d_{IM1,1}^2 a_{IM1,1}^m & d_{IM1,2}^2 a_{IM1,2}^m & d_{IM1,3}^2 a_{IM1,3}^m & \cdots & d_{IM1,50}^2 a_{IM1,50}^m & 0 \\ d_{IM2,1}^2 a_{IM2,1}^m & d_{IM2,2}^2 a_{IM2,2}^m & d_{IM2,3}^2 a_{IM2,3}^m & \cdots & d_{IM2,50}^2 a_{IM2,50}^m & 0 \\ d_{IM3,1}^2 a_{IM3,1}^m & d_{IM3,2}^2 a_{IM3,2}^m & d_{IM3,3}^2 a_{IM3,3}^m & \cdots & d_{IM3,50}^2 a_{IM3,50}^m & 0 \\ \vdots & \vdots & \vdots & \ddots & \vdots & \vdots \\ d_{IM50,1}^2 a_{IM50,1}^m & d_{IM50,2}^2 a_{IM50,2}^m & d_{IM50,3}^2 a_{IM50,3}^m & \cdots & d_{IM50,50}^2 a_{IM50,50}^m & 0 \\ 0 & 0 & 0 & \cdots & 0 & 0 \\ 1 & d_{M2}^1 a_{M1,2}^d & d_{M3}^1 a_{M1,3}^d & \cdots & d_{M50}^1 a_{M1,50}^d & X_{M1} \\ d_{M1}^1 a_{M2,1}^d & 1 & d_{M3}^1 a_{M2,3}^d & \cdots & d_{M50}^1 a_{M2,50}^d & X_{M2} \\ d_{M1}^1 a_{M3,1}^d & d_{M2}^1 a_{M3,2}^d & 1 & \cdots & d_{M50}^1 a_{M3,50}^d & X_{M3} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \ddots & \vdots & \vdots \\ d_{M1}^1 a_{M50,1}^d & d_{M2}^1 a_{M50,2}^d & d_{M3}^1 a_{M50,3}^d & \cdots & 1 & X_{M50} \\ d_{M1}^4 & d_{M2}^4 & d_{M3}^4 & \cdots & d_{M50}^4 & 0 \\ \vdots & \vdots & \vdots & \ddots & \vdots & \vdots \\ \vdots & \vdots & \vdots & \ddots & \vdots & \vdots \\ d_{CwM1,1}^2 a_{CwM1,1}^m & d_{CwM1,2}^2 a_{CwM1,2}^m & d_{CwM1,3}^2 a_{CwM1,3}^m & \cdots & d_{CwM1,50}^2 a_{CwM1,50}^m & 0 \\ d_{CwM2,1}^2 a_{CwM2,1}^m & d_{CwM2,2}^2 a_{CwM2,2}^m & d_{CwM2,3}^2 a_{CwM2,3}^m & \cdots & d_{CwM2,50}^2 a_{CwM2,50}^m & 0 \\ d_{CwM3,1}^2 a_{CwM3,1}^m & d_{CwM3,2}^2 a_{CwM3,2}^m & d_{CwM3,3}^2 a_{CwM3,3}^m & \cdots & d_{CwM3,50}^2 a_{CwM3,50}^m & 0 \\ \vdots & \vdots & \vdots & \ddots & \vdots & \vdots \\ d_{CwM50,1}^2 a_{CwM50,1}^m & d_{CwM50,2}^2 a_{CwM50,2}^m & d_{CwM50,3}^2 a_{CwM50,3}^m & \cdots & d_{CwM50,50}^2 a_{CwM50,50}^m & 0 \\ 0 & 0 & 0 & \cdots & 0 & 0 \end{pmatrix} \\
(\mathbf{A}_{Cw}^P)^T &= \begin{pmatrix} d_{ICw1,1}^2 a_{ICw1,1}^m & d_{ICw1,2}^2 a_{ICw1,2}^m & d_{ICw1,3}^2 a_{ICw1,3}^m & \cdots & d_{ICw1,50}^2 a_{ICw1,50}^m & 0 \\ d_{ICw2,1}^2 a_{ICw2,1}^m & d_{ICw2,2}^2 a_{ICw2,2}^m & d_{ICw2,3}^2 a_{ICw2,3}^m & \cdots & d_{ICw2,50}^2 a_{ICw2,50}^m & 0 \\ d_{ICw3,1}^2 a_{ICw3,1}^m & d_{ICw3,2}^2 a_{ICw3,2}^m & d_{ICw3,3}^2 a_{ICw3,3}^m & \cdots & d_{ICw3,50}^2 a_{ICw3,50}^m & 0 \\ \vdots & \vdots & \vdots & \ddots & \vdots & \vdots \\ d_{ICw50,1}^2 a_{ICw50,1}^m & d_{ICw50,2}^2 a_{ICw50,2}^m & d_{ICw50,3}^2 a_{ICw50,3}^m & \cdots & d_{ICw50,50}^2 a_{ICw50,50}^m & 0 \\ 0 & 0 & 0 & \cdots & 0 & 0 \\ d_{MCw1,1}^2 a_{MCw1,1}^m & d_{MCw1,2}^2 a_{MCw1,2}^m & d_{MCw1,3}^2 a_{MCw1,3}^m & \cdots & d_{MCw1,50}^2 a_{MCw1,50}^m & 0 \\ d_{MCw2,1}^2 a_{MCw2,1}^m & d_{MCw2,2}^2 a_{MCw2,2}^m & d_{MCw2,3}^2 a_{MCw2,3}^m & \cdots & d_{MCw2,50}^2 a_{MCw2,50}^m & 0 \\ d_{MCw3,1}^2 a_{MCw3,1}^m & d_{MCw3,2}^2 a_{MCw3,2}^m & d_{MCw3,3}^2 a_{MCw3,3}^m & \cdots & d_{MCw3,50}^2 a_{MCw3,50}^m & 0 \\ \vdots & \vdots & \vdots & \ddots & \vdots & \vdots \\ d_{MCw50,1}^2 a_{MCw50,1}^m & d_{MCw50,2}^2 a_{MCw50,2}^m & d_{MCw50,3}^2 a_{MCw50,3}^m & \cdots & d_{MCw50,50}^2 a_{MCw50,50}^m & 0 \\ 0 & 0 & 0 & \cdots & 0 & 0 \\ \vdots & \vdots & \vdots & \ddots & \vdots & \vdots \\ \vdots & \vdots & \vdots & \ddots & \vdots & \vdots \\ 1 & d_{Cw2}^1 a_{Cw1,2}^d & d_{Cw3}^1 a_{Cw1,3}^d & \cdots & d_{Cw50}^1 a_{Cw1,50}^d & X_{Cw1} \\ d_{Cw1}^1 a_{Cw2,1}^d & 1 & d_{Cw3}^1 a_{Cw2,3}^d & \cdots & d_{Cw50}^1 a_{Cw2,50}^d & X_{Cw2} \\ d_{Cw1}^1 a_{Cw3,1}^d & d_{Cw2}^1 a_{Cw3,2}^d & 1 & \cdots & d_{Cw50}^1 a_{Cw3,50}^d & X_{Cw3} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \ddots & \vdots & \vdots \\ d_{Cw1}^1 a_{Cw50,1}^d & d_{Cw2}^1 a_{Cw50,2}^d & d_{Cw3}^1 a_{Cw50,3}^d & \cdots & 1 & X_{Cw50} \\ d_{Cw1}^4 & d_{Cw2}^4 & d_{Cw3}^4 & \cdots & d_{Cw50}^4 & 0 \end{pmatrix}
\end{aligned}$$

以上によって各産業における生産関数と短期供給曲線を展開してきた。各商品の需要量 X_{Rj} が与えられたとき、全内生国の全産業間での貿易構造を含めた相互依存を通じて、同時に各国各商品の国内供給価格 P_{Ri}^d が決定される。本モデルでは技術係数としての実質投入係数 a_{Rij} と産業別資本ストックレベルが期首において所与であり、また投入係数の国産・輸入国別の配分 ((15) 式および (16) 式) に関しては前期 ($t-1$ 期) の均衡価格をもとに t 期期首においては決定されているものとする。では次に最終需要構成を決定する図式を提示することにしよう。

5 最終財需要と生産波及

以下では各最終需要項目の決定について定式化し、各国の国内最終需要が貿易構造を通じて各内生国の生産を誘発するプロセスを示すことにする。

5.1 投資財需要

はじめに投資財需要を求めるために、全ての産業において来期の必要資本ストック量を決定することにしてしよう。農業部門においては、第4節で示したように今期（ t 期）期首の資本賦存量と農用地面積のもとで労働投入量（マンアワー）によって供給調整が為される。農業部門は、今期（ t 期）の市場需給均衡において決定される就業者数と労働時間をもとに、来期においても同量の労働投入が為されることを想定して、利潤極大行動により来期（ $t+1$ 期）の必要資本量レベルを決定するとしよう。また全生産主体にとって来期の価格に関する想定として、全ての商品価格および生産要素価格が今期に決定する市場価格であると仮定する。そのとき、次のように来期の資本投入量レベル K_{Rj}^* を求めることができる。

$$K_{Rj}^* = \left[\frac{\frac{1-(1+\tau_{Rj}^I)a_{Rjj}^{d*}}{1+\tau_{Rj}^I} P_{Rj}^d - \sum_{i' \in C'} P_{Ri'}^d a_{Ri'j}^{d*} - \sum_{i \in C} \sum_{R' \in R_w} P_{R' Ri}^m a_{R' Rij}^{m*}}{a_{Rj} c_{Rj} A_R^{dRj} (L_{Rj} h_{Rj})^{b_{Rj}} P_{Rj}^K P_{Rj}^{K0}} \right]^{\frac{1}{e_{Rj}-1}} \quad (R \in \mathbf{R_d}, j \in \mathbf{I_a}) \quad (45)$$

(45) 式における投入係数（国内財および輸入財）は来期の計画値を示しており、第3節の(15)式および(16)式によって国産比率や輸入先国が決定される。農業部門の生産関数が(21)式に示したように Cobb-Douglas 型によって記述されているので、経済発展に伴い residual としての農業部門の労働者数が徐々に減少するとき、国内において同等量の農産物生産を保つためには農業部門自体における資本蓄積も要請される。このことが一国内の資本不足を助長することになる。またサービス部門については、今期に想定された労働時間 h_{Rj}^* のもとでマンベースの労働投入量によって供給調整が為されることから、農業部門と同様に今期必要な労働投入量のレベルを所与として利潤極大化により、

$$K_{Rj}^* = \left[\frac{\frac{1-(1+\tau_{Rj}^I)a_{Rjj}^{d*}}{1+\tau_{Rj}^I} P_{Rj}^d - \sum_{i' \in C'} P_{Ri'}^d a_{Ri'j}^{d*} - \sum_{i \in C} \sum_{R' \in R_w} P_{R' Ri}^m a_{R' Rij}^{m*}}{a_{Rj} c_{Rj} G_R^{dRj} (L_{Rj} h_{Rj}^*)^{b_{Rj}} P_{Rj}^K P_{Rj}^{K0}} \right]^{\frac{1}{e_{Rj}-1}} \quad (R \in \mathbf{R_d}, j \in \mathbf{I_s}) \quad (46)$$

によって来期の必要資本量を決定する。一方、製造業部門については、来期の想定生産量について次のような定式化をおこなうことにしよう。

$$X_{Rj}^* = \alpha_{Rj}^{X*} RGD P_R^{\beta_{Rj}^{X*}} \left(\frac{h_{Rj}}{h_{Rj}^*} \right)^{\gamma_{Rj}^{X*}} \quad (R \in \mathbf{R_d}, j \in \mathbf{I_m}) \quad (47)$$

(47) 式は製造業部門において各産業が来期に想定する生産量であり、今期の実質 GDP のレベルと産業別の稼働率格差によって決定される。今期において市場均衡から決定される実稼働時間が標準稼働時間を上回るとき、生産主体は来期においてはより多くの生産量を想定することになる（パラメーター γ_{Rj}^{X*} は正）。この想定生産量と技術的ロスの無い標準稼働時間を想定して、来期の必要資本ストック量は生産関数(23)式および(24)式より次のように求められる。

$$K_{Rj}^* = \left(\frac{X^*}{a_{Rj}^Q h_{Rj}^*} \right)^{\frac{1}{e_{Rj}}} \quad (R \in \mathbf{R_d}, j \in \mathbf{I_m}) \quad (48)$$

以上のように、今期の市場需給均衡における供給調整プロセスの結果から、全産業が来期の技術選択として必要な資本投入量を決定するものとする。(45)式、(46)式および(48)式により、今期における必要投資

量 I_{Rj} は、

$$I_{Rj} = K_{Rj}^* - (1 - \delta_{Rj})K_{Rj} \quad (R \in \mathbf{R}_d, j \in \mathbf{I}) \quad (49)$$

とラグを考慮せずに仮定する。ここで δ_{Rj} は外生的に与えられる産業別償却率であり、 I_{Rj} は粗概念によって定義されている。産業別純投資量は $I_{Rj} - \delta_{Rj}K_{Rj}$ となる。商品別投資財需要としては、産業別商品別実質投資シェア（固定資本マトリックスにおける産業別資本財配分係数）を外生として⁹、

$$I_{Ri} = \sum_{j \in \mathbf{I}} w_{Rij}^V I_{Rj} \quad (R \in \mathbf{R}_d, i \in \mathbf{C}) \quad (50)$$

によってその実質量（輸入財を含む）が決定される。なお、シミュレーションとして技術移転をおこなうケースについては、来期の投入係数行列、資本量が外生的に与えられ、上記のように内生的に投資量の決定はおこなわない。

5.2 消費財需要

ver1.0 となる基本モデルでは、消費財需要については次のように簡単化して扱う。各国においてマクロの貯蓄率 s_R を外生的に与え、家計における名目可処分所得 Y_R （後に (68) 式によって定義される）に対して名目家計消費は次のように決定するものとする。

$$C_R = (1 - s_R) Y_R \quad (R \in \mathbf{R}_d) \quad (51)$$

消費財への配分については消費財配分係数を w_{Ri}^C とし、

$$C_{Ri} = w_{Ri}^C C_R \quad (R \in \mathbf{R}_d, i \in \mathbf{C}) \quad (52)$$

によって名目家計消費ベクトル（輸入財を含む）へと配分することにする。

5.3 その他最終需要と生産誘発

資本形成および家計消費以外の最終需要項目について定式化することにしよう。各国における名目在庫品増加の合計 Z_R を外生的に与え、商品別にはベースとなる国際産業連関表から得られる商品別配分係数 w_{Ri}^Z によって、

$$Z_{Ri} = \sum_{j \in \mathbf{I}} w_{Ri}^Z Z_R \quad (R \in \mathbf{R}_d, i \in \mathbf{C}) \quad (53)$$

と商品別名目在庫投資を求める。政府消費支出 C_R^G および公的総固定資本形成 I_R^G （うち道路・港湾等交通関連社会資本を I_R^{GT} ）を名目値で外生的に与え、(53) 式と同様な配分係数のもとで商品別に以下のように分割する。

$$C_{Ri}^G = \sum_{j \in \mathbf{I}} w_{Ri}^{CG} C_R^G \quad (R \in \mathbf{R}_d, i \in \mathbf{C}) \quad (54)$$

$$I_{Ri}^G = \sum_{j \in \mathbf{I}} w_{Ri}^{IG} I_R^G \quad (R \in \mathbf{R}_d, i \in \mathbf{C}) \quad (55)$$

脚注 2 で述べたように、本モデルでは輸入比率は対中間需要と対最終需要（消費、投資等）で異なる。各最終需要向けの実質国産比率を、家計消費については $w_{Ri}^{d(C)}$ 、投資 $w_{Ri}^{d(V)}$ 、その他最終需要 $w_{Ri}^{d(F)}$ として、反

⁹ 全ての内生国 $\mathbf{R}_d$ について固定資本マトリックスは得られないので、基準年において日本の固定資本マトリックスを用いて産業集計量が国際産業連関表の固定資本形成ベクトルと一致するように調整したマトリックスを用いることにする。また産業別償却率は日本の資料から計測（[5] を参照のこと）した産業別資産別償却率を集計して、諸外国の各産業に適用する。

復を避けるため特に示さないが (10) 式と同様な定式化によって求める。また輸入相手国別の実質比率も同様に、家計消費 $w_{R'i}^{m(C)}$ 、投資 $w_{R'i}^{m(V)}$ 、その他最終需要 $w_{R'i}^{m(F)}$ として (13) 式と同じ定式化をおこなう。よって輸入価格についてはそれぞれ $P_{Ri}^{m(C)}$ 、 $P_{Ri}^{m(V)}$ 、 $P_{Ri}^{m(F)}$ と相違があり ((12) 式と同様に定義される)、また複合財価格についてもそれぞれ $P_{Ri}^{c(C)}$ 、 $P_{Ri}^{c(V)}$ 、 $P_{Ri}^{c(F)}$ と (8) 式と同様に各最終需要項目別に定義される。また中間財および最終需要財を集計した全体の輸入価格と複合財価格についても事後的な各需要項目別輸入量をもとに定義式である (11) 式と同様に定義し、総平均輸入価格 P_{Ri}^m を定義する。

各国の輸出量は対内生国においては相手国からの輸入需要によって決定されるが、内生国を除く RoW への輸出については次のような輸出関数を想定しよう。

$$EX_{Ri}^{RoW} = a_{Ri}^{EX} \left(\frac{P_{Ri}^d}{P_{Ri}^m} \right)^{b_{Ri}^{EX}} \left(\frac{IM^W}{P_R^{GDE}} \right)^{c_{Ri}^{EX}} \quad (R \in \mathbf{R}_d, i \in \mathbf{C}) \quad (56)$$

ここで IM^W は名目世界貿易量であり外生的に与えられ、 P_R^{GDE} は各内生国の GDE デフレーターである (後に (74) 式によって定義される)。この (56) 式によって示される R 国 i 商品の RoW への輸出と各内生 R' 国への最終需要向けの輸出を加算したものを、 EX_{Ri}^{FD} と記すことにする。以上より、 EX_{Ri}^{FD} は次のように示される。

$$EX_{Ri}^{FD} = \sum_{R' \in \mathbf{R}'_d} \left(+w_{RR'i}^{m(V)} (1 - w_{R'i}^{d(V)}) I_{R'i} + w_{RR'i}^{m(C)} (1 - w_{R'i}^{d(C)}) \frac{C_{R'i}}{P_{R'i}^{c(C)}} + w_{RR'i}^{m(F)} (1 - w_{R'i}^{d(F)}) \frac{Z_{R'i} + C_{R'i}^G + I_{R'i}^G}{P_{R'i}^{c(F)}} \right) + EX_{Ri}^{RoW} \quad (R \in \mathbf{R}_d, i \in \mathbf{C}) \quad (57)$$

各国の (内生国への中間投入向けの輸出を除く) 実質最終需要ベクトル f_{Ri} は、

$$f_{Ri} = w_{Ri}^{d(V)} I_{Ri} + w_{Ri}^{d(C)} \frac{C_{Ri}}{P_{Ri}^{c(C)}} + w_{Ri}^{d(F)} \frac{Z_{Ri} + C_{Ri}^G + I_{Ri}^G}{P_{Ri}^{c(F)}} + EX_{Ri}^{FD} \quad (R \in \mathbf{R}_d, i \in \mathbf{C}) \quad (58)$$

と表わされるから、 R における国内生産量の産出バランス (国際産業連関表における横バランス) を次のように示すことができる。

$$X_{Ri} = \sum_{j \in \mathbf{I}} a_{Rij}^d X_{Rj} + \sum_{R' \in \mathbf{R}'_d} \sum_{j \in \mathbf{I}} a_{RR'ij}^m X_{R'j} + f_{Ri} \quad (R \in \mathbf{R}_d, i \in \mathbf{C}) \quad (59)$$

ここで、

$$\mathbf{X} = \begin{pmatrix} \begin{pmatrix} X_{I,1} \\ X_{I,2} \\ \vdots \\ X_{I,50} \end{pmatrix} \\ \begin{pmatrix} X_{M,1} \\ X_{M,2} \\ \vdots \\ X_{M,50} \end{pmatrix} \\ \vdots \\ \begin{pmatrix} X_{Cw,1} \\ X_{Cw,2} \\ \vdots \\ X_{Cw,50} \end{pmatrix} \end{pmatrix}, \mathbf{F} = \begin{pmatrix} \begin{pmatrix} f_{I,1} \\ f_{I,2} \\ \vdots \\ f_{I,50} \end{pmatrix} \\ \begin{pmatrix} f_{M,1} \\ f_{M,2} \\ \vdots \\ f_{M,50} \end{pmatrix} \\ \vdots \\ \begin{pmatrix} f_{Cw,1} \\ f_{Cw,2} \\ \vdots \\ f_{Cw,50} \end{pmatrix} \end{pmatrix}, \mathbf{A}^X = \begin{pmatrix} A_I^X \\ A_M^X \\ A_P^X \\ A_S^X \\ A_T^X \\ A_N^X \\ A_K^X \\ A_J^X \\ A_U^X \\ A_{C\cdot}^X \\ A_{Cn}^X \\ A_{Cw}^X \end{pmatrix}, \quad (60)$$

$$(\mathbf{A}_I^{\mathbf{X}})^T = \begin{pmatrix} a_{I1,1}^d & a_{I2,1}^d & a_{I3,1}^d & \cdots & a_{I50,1}^d \\ a_{I1,2}^d & a_{I2,2}^d & a_{I3,2}^d & \cdots & a_{I50,2}^d \\ a_{I1,3}^d & a_{I2,3}^d & a_{I3,3}^d & \cdots & a_{I50,3}^d \\ \vdots & \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ a_{I1,50}^d & a_{I2,50}^d & a_{I3,50}^d & \cdots & a_{I50,50}^d \\ a_{IM1,1}^m & a_{IM2,1}^m & a_{IM3,1}^m & \cdots & a_{IM50,1}^m \\ a_{IM1,2}^m & a_{IM2,2}^m & a_{IM3,2}^m & \cdots & a_{IM50,2}^m \\ a_{IM1,3}^m & a_{IM2,3}^m & a_{IM3,3}^m & \cdots & a_{IM50,3}^m \\ \vdots & \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ a_{IM1,50}^m & a_{IM2,50}^m & a_{IM3,50}^m & \cdots & a_{IM50,50}^m \\ \vdots & \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ \vdots & \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ a_{ICw1,1}^m & a_{ICw2,1}^m & a_{ICw3,1}^m & \cdots & a_{ICw50,1}^m \\ a_{ICw1,2}^m & a_{ICw2,2}^m & a_{ICw3,2}^m & \cdots & a_{ICw50,2}^m \\ a_{ICw1,3}^m & a_{ICw2,3}^m & a_{ICw3,3}^m & \cdots & a_{ICw50,3}^m \\ \vdots & \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ a_{ICw1,50}^m & a_{ICw2,50}^m & a_{ICw3,50}^m & \cdots & a_{ICw50,50}^m \end{pmatrix}$$

$\mathbf{X}$ および $\mathbf{F}$ は $n(\mathbf{C}) \times n(\mathbf{R}_d)$ 列ベクトル、 $\mathbf{A}^{\mathbf{X}}$ は $n(\mathbf{C}) \times n(\mathbf{R}_d)$ 行・ $n(\mathbf{C}) \times n(\mathbf{R}_d)$ 列のマトリックスとして定義されている。なお $\mathbf{A}_I^{\mathbf{X}}$ は $n(\mathbf{C})$ 行・ $n(\mathbf{C}) \times n(\mathbf{R}_d)$ 列のマトリックスであり (T は転置行列を示す)、各国のそれが全体のマトリックス $\mathbf{A}^{\mathbf{X}}$ を構成している。このように定義すると、(59) 式を行列表記したある内生国の最終需要が各国の生産誘発をもたらす波及プロセスを、次のようにして解くことができる。

$$\mathbf{X} = (\mathbf{I} - \mathbf{A}^{\mathbf{X}})^{-1} \mathbf{F} \quad (61)$$

ここで $\mathbf{I}$ は対角要素が 1、非対角要素が 0 の単位行列を示している。

6 貯蓄投資バランス

産業別雇用者所得および資本所得は、粗付加価値を示した (17) 式より明らかのように、

$$LC_{Rj} = L_{Rj} h_{Rj} P_{Rj}^L P_{Rj}^{L0} \quad (R \in \mathbf{R}_d, j \in \mathbf{I}) \quad (62)$$

$$KC_{Rj} = K_{Rj} P_{Rj}^K P_{Rj}^{K0} \quad (R \in \mathbf{R}_d, j \in \mathbf{I}) \quad (63)$$

として定義され、各国の労働所得税率、資本所得税率、財産所得税率をそれぞれ τ_R^L 、 τ_R^K 、 τ_R^P (すべて実効税率) とすると、税引き後の労働所得および資本所得は次のように定義される。

$$LC'_{Rj} = (1 - \tau_R^L) L_{Rj} h_{Rj} P_{Rj}^L P_{Rj}^{L0} \quad (R \in \mathbf{R}_d, j \in \mathbf{I}) \quad (64)$$

$$KC'_{Rj} = (1 - \tau_R^K) K_{Rj} P_{Rj}^K P_{Rj}^{K0} - \tau_R^P P_{Rj}^{INV} K_{Rj} \quad (R \in \mathbf{R}_d, j \in \mathbf{I}) \quad (65)$$

ここで資本サービス価格 P_{Rj}^K および資本財取得価格 P_{Rj}^{INV} はそれぞれ、

$$P_{Rj}^K = \frac{1}{1 - \tau_R^K} \left((1 - \tau_R^K) r_R + \delta_{Rj} \frac{P_{Rj(t)}^{INV}}{P_{Rj(t-1)}^{INV}} - \frac{P_{Rj(t)}^{INV} - P_{Rj(t-1)}^{INV}}{P_{Rj(t-1)}^{INV}} \right) P_{Rj(t-1)}^{INV} + \tau_R^P P_{Rj(t-1)}^{INV} \quad (R \in \mathbf{R}_d, j \in \mathbf{I}) \quad (66)$$

$$P_{Rj}^{INV} = \sum_{i \in \mathbf{C}} w_{Rij}^V P_{Rj}^{c(V)} \quad (R \in \mathbf{R}_d, j \in \mathbf{I}) \quad (67)$$

である。ここで r_R は内生的に解かれる R 国の利子率であり、 w_{Rij}^V は (50) 式と同様に、産業別の資本財配分係数 (実質シェア) を示している。資本所得も一国集計レベルでは家計部門に帰属するので、 R 国にお

ける家計部門の可処分所得 Y_R は、

$$Y_R = \sum_{j \in I} (LC'_{Rj} + KC'_{Rj}) - \sum_{R' \in R'_w} TRE_{RR'} - TRE_R^{PG} \quad (R \in R_d) \quad (68)$$

R 国から R' 国への純経常移転 $TRE_{RR'}$ 、および家計部門から政府部門への純経常移転 TRE_R^{PG} (各種税制および補助金を除き、社会保障給付マイナス負担等含む) を外生として定義される。家計部門の貯蓄額 S_R^P および家計部門の貯蓄投資差額 ΔIS_R^P は、 R 国から R' 国への純資本移転 $TRC_{RR'}$ および家計部門から政府部門への純資本移転 TRC_R^{PG} を外生として次のように定義される。

$$S_R^P = s_R Y_R \quad (R \in R_d) \quad (69)$$

$$\Delta IS_R^P = S_R^P - \sum_{j \in I} P_{Rj}^{INV} I_{Rj} - Z_R - \sum_{R' \in R'_w} TRC_{RR'} - TRC_R^{PG} \quad (R \in R_d) \quad (70)$$

R 国の実質輸出金額は、

$$EX_{Ri} = \sum_{R' \in R'_d} \sum_{j \in I} X_{RR'ij} + EX_{Ri}^{FD} \quad (R \in R_d, i \in C) \quad (71)$$

によって求められるから、実質 GDE、名目 GDE および GDE デフレーターは以下のように定義される。

$$RGDE_R = \sum_{i \in C} (f_{Ri} - EX_{Ri}^{FD} + EX_{Ri}) \quad (R \in R_d) \quad (72)$$

$$GDE_R = \sum_{i \in C} P_{Ri}^d (f_{Ri} - EX_{Ri}^{FD} + EX_{Ri}) \quad (R \in R_d) \quad (73)$$

$$P_R^{GDE} = \frac{GDE_R}{RGDE_R} \quad (R \in R_d) \quad (74)$$

政府部門の労働所得税、資本所得税、財産所得税、純間接税、関税・輸入品商品税についてはそれぞれ、

$$T_R^L = \sum_{j \in I} \tau_R^L L_{Rj} h_{Rj} P_{Rj}^L P_{Rj}^{L0} \quad (R \in R_d) \quad (75)$$

$$T_R^K = \sum_{j \in I} \tau_R^K K_{Rj} P_{Rj}^K P_{Rj}^{K0} \quad (R \in R_d) \quad (76)$$

$$T_R^P = \sum_{j \in I} \tau_R^P P_{Rj}^{INV} K_{Rj} \quad (R \in R_d) \quad (77)$$

$$T_R^I = \sum_{j \in I} \frac{\tau_{Rj}^I}{1 + \tau_{Rj}^I} P_{Rj}^d X_{Rj} \quad (R \in R_d) \quad (78)$$

$$T_R^M = \sum_{R' \in R'_d} \sum_{c \in C} \frac{e_R}{e_{R'}} \tau_{Ri}^M (1 + \gamma_{R'Ri}) P_{R'i}^d \left(\sum_{j \in I} X_{R'Rij} + w_{R'Ri}^{m(V)} (1 - w_{R'i}^{d(V)}) I_{Ri} \right. \\ \left. + w_{R'Ri}^{m(C)} (1 - w_{R'i}^{d(C)}) \frac{C_{Ri}}{P_{Ri}^{c(C)}} + w_{R'Ri}^{m(F)} (1 - w_{R'i}^{d(F)}) \frac{Z_{Ri} + C_{Ri}^G + I_{Ri}^G}{P_{Ri}^{c(F)}} \right) \quad (R \in R_d) \quad (79)$$

であるから、政府部門の総税収は次のようになる。

$$T_R^G = T_R^L + T_R^K + T_R^P + T_R^I + T_R^M \quad (R \in R_d) \quad (80)$$

よって政府部門の貯蓄額 S_R^G および貯蓄投資差額 ΔIS_R^G は次のように求められる。

$$S_R^G = T_R^G - C_R^G + TRE_R^{PG} \quad (R \in R_d) \quad (81)$$

$$\Delta IS_R^G = S_R^G + TRC_R^{PG} - I_R^G \quad (R \in R_d) \quad (82)$$

一方 R 国の商品別名目総輸入金額（CIF 価格かつ関税・輸入品商品税を含む）は、

$$IM_{Ri} = \sum_{R' \in \mathbf{R}'_d} P_{R' Ri}^m \left(\sum_{j \in \mathbf{I}} X_{R' Rij} + w_{R' Ri}^{m(V)} \left(1 - w_{Ri}^{d(V)} \right) I_{Ri} + w_{R' Ri}^{m(C)} \left(1 - w_{Ri}^{d(C)} \right) \frac{C_{Ri}}{P_{Ri}^{c(C)}} \right. \\ \left. + w_{R' Ri}^{m(F)} \left(1 - w_{Ri}^{d(F)} \right) \frac{Z_{Ri} + C_{Ri}^G + I_{Ri}^G}{P_{Ri}^{c(F)}} \right) \quad (R \in \mathbf{R}_d, i \in \mathbf{C}) \quad (83)$$

(84)

として表わされるから、海外部門における貯蓄投資差額 ΔIS_R^F は、

$$\Delta IS_R^F = \sum_{i \in \mathbf{C}} P_{Ri}^d EX_{Ri} - \left(\sum_{i \in \mathbf{C}} IM_{Ri} - T_R^M \right) \\ - \sum_{R' \in \mathbf{R}'_w} (TRE_{RR'} + TRC_{RR'}) \quad (R \in \mathbf{R}_d) \quad (85)$$

となる。以上の家計部門、政府部門、海外部門の貯蓄投資差額から一国全体では、

$$\Delta IS_R^P = \Delta IS_R^F - \Delta IS_R^G \quad (R \in \mathbf{R}_d) \quad (86)$$

が事後的に成立する。

7 環境汚染物質排出

ここでは環境汚染物質として CO_2 、 SO_X について、各国における排出量を算定する。中間投入による燃料投入量および各排出量は、

$$FUEL_{Rij} = \epsilon_{Rij}^{FUEL} \sum_{R' \in \mathbf{R}'_w} X_{R' Rij} \quad (R \in \mathbf{R}_d, i \in \mathbf{C}, j \in \mathbf{I}) \quad (87)$$

$$CO_{2Rij} = \epsilon_{Rij}^{CO_2} \sum_{R' \in \mathbf{R}'_w} X_{R' Rij} \quad (R \in \mathbf{R}_d, i \in \mathbf{C}, j \in \mathbf{I}) \quad (88)$$

$$SO_{XRij} = \epsilon_{Rij}^{SO_X} \sum_{R' \in \mathbf{R}'_w} X_{R' Rij} \quad (R \in \mathbf{R}_d, i \in \mathbf{C}, j \in \mathbf{I}) \quad (89)$$

であり、家計消費による燃料投入量および各排出量は以下のように求められる。

$$FUEL_{Ri}^C = \epsilon_{Ri}^{FUEL(C)} \frac{C_{Ri}}{P_{Ri}^{c(C)}} \quad (R \in \mathbf{R}_d, i \in \mathbf{C}) \quad (90)$$

$$CO_{2Ri}^C = \epsilon_{Ri}^{CO_2(C)} \frac{C_{Ri}}{P_{Ri}^{c(C)}} \quad (R \in \mathbf{R}_d, i \in \mathbf{C}) \quad (91)$$

$$SO_{XRi}^C = \epsilon_{Ri}^{SO_X(C)} \frac{C_{Ri}}{P_{Ri}^{c(C)}} \quad (R \in \mathbf{R}_d, i \in \mathbf{C}) \quad (92)$$

A 変数リスト

外生変数			内生変数		
code		name	code		name
N_R	$R \in R_d$	人口	L_R	$R \in R_d$	経済活動人口
w_R^L	$R \in R_d$	経済活動人口/人口	L_{Rj}	$R \in R_d, j \in I$	就業者数
h_{Rj}	$R \in R_d, j \in I$	想定労働時間	K_{Rj}	$R \in R_d, j \in I$	資本ストック量
τ_{Rj}^I	$R \in R_d, j \in I$	純間接税率	K_{Rj}^*	$R \in R_d, j \in I$	来期資本ストック量
τ_{Rj}^J	$R \in R_d, j \in I$	資本所得実効税率	G_{Rj}	$R \in R_d, j \in I$	社会資本ストック量
τ_{Rj}^K	$R \in R_d, j \in I$	財産所得実効税率	I_{Rj}	$R \in R_d, j \in I$	投資量
τ_{Rj}^L	$R \in R_d, j \in I$	労働所得実効税率	Q_{Rj}	$R \in R_d, j \in I_m$	設備能力量
τ_{Ri}^M	$R \in R_d, i \in C$	関税・輸入品商品税率	h_{Rj}	$R \in R_d, j \in I$	実労働時間
$\gamma_{R'}^{R_i}$	$R \in R_d, R' \in R_d', i \in C$	国際運賃保険料率	$\hat{h}_{Rj}$	$R \in R_d, j \in I_m$	有効稼働時間
s_R	$R \in R_d$	貯蓄率	X_{Rj}	$R \in R_d, j \in I$	生産量
Z_R	$R \in R_d$	名目在庫投資	X_{Rj}^*	$R \in R_d, j \in I_m$	来期想定生産量
C_R^G	$R \in R_d$	名目政府消費支出	W_{Rj}	$R \in R_d, j \in I_a$	一人当たり賃金
I_R^G	$R \in R_d$	名目公的総固定資本形成	$W_R^{\min}$	$R \in R_d$	製造業最低一人当たり賃金
I_{RT}^G	$R \in R_d$	(うち道路港湾等社会資本)	LC_{Rj}	$R \in R_d, j \in I$	労働所得
w_{Ri}^Z	$R \in R_d, i \in C$	在庫配分係数	KC_{Rj}	$R \in R_d, j \in I$	資本所得
w_{Ri}^C	$R \in R_d, i \in C$	消費財配分係数	LC_{Rj}'	$R \in R_d, j \in I$	税引き後労働所得
w_{Ri}^{CG}	$R \in R_d, i \in C$	政府消費配分係数	KC_{Rj}'	$R \in R_d, j \in I$	税引き後資本所得
w_{Ri}^{IG}	$R \in R_d, i \in C$	政府投資配分係数	P_{Rj}^d	$R \in R_d, j \in I$	国内生産価格
w_{Rij}^Y	$R \in R_d, i \in C, j \in I$	資本財実質配分係数	P_{Rj}^j	$R \in R_d, j \in I$	時間当たり賃金
h_{Rj}	$R \in R_d, j \in I_a$	想定労働時間(標準稼働時間)	P_{Rj}^K	$R \in R_d, j \in I$	資本サービス価格
α_{Rij}	$R \in R_d, i \in C, j \in I$	実質投入係数	P_{Rj}^{INV}	$R \in R_d, j \in I$	資本財取得価格
δ_{Rj}^*	$R \in R_d, j \in I$	償却率	P_{Rj}^m	$R \in R_d, R' \in R_d', i \in C$	輸入価格(含関税)
P_{Ri}^h	$R \in R_d, i \in C$	RoW からの輸入価格	$P_{Ri}^{m(I)}$	$R \in R_d, i \in C$	輸入価格(対中間需要)
A_R	$R \in R_d$	農用地面積	$P_{Ri}^{m(C)}$	$R \in R_d, i \in C$	輸入価格(対消費需要)
M_R	$R \in R_d$	貨幣供給量	$P_{Ri}^{m(V)}$	$R \in R_d, i \in C$	輸入価格(対投資需要)
v_R	$R \in R_d$	貨幣流通速度	$P_{Ri}^{m(F)}$	$R \in R_d, i \in C$	輸入価格(対他最終需要)
e_R	$R \in R_d$	為替レート	$P_{Ri}^{m(I)}$	$R \in R_d, i \in C$	平均輸入価格
IM^W		世界貿易量	$P_{Ri}^{c(I)}$	$R \in R_d, i \in C$	複合財価格(対中間需要)
$TRE_{RR'}^{RR'}$	$R \in R_d, R' \in R_d'$	純経常移転	$P_{Ri}^{c(C)}$	$R \in R_d, i \in C$	複合財価格(対消費需要)
$TRE_{RR'}^{PG}$	$R \in R_d, R' \in R_d'$	家計から政府への経常移転	$P_{Ri}^{c(V)}$	$R \in R_d, i \in C$	複合財価格(対投資需要)
$TRC_{RR'}^{RR'}$	$R \in R_d, R' \in R_d'$	純資本移転	$P_{Ri}^{c(F)}$	$R \in R_d, i \in C$	複合財価格(対他最終需要)
$TRC_{RR'}^{PG}$	$R \in R_d, R' \in R_d'$	家計から政府への資本移転	P_{Ri}^r	$R \in R_d$	名目利子率
ϵ_{Rij}^{FUEL}	$R \in R_d, i \in C, j \in I$	燃料係数	r_R	$R \in R_d$	国産比率(対中間需要)
$\epsilon_{Rij}^{CO_2}$	$R \in R_d, i \in C, j \in I$	CO_2 排出係数	$w_{Ri}^{d(I)}$	$R \in R_d, i \in C$	国産比率(対消費需要)
ϵ_{Rij}^{SOX}	$R \in R_d, i \in C, j \in I$	SO_X 排出係数	$w_{Ri}^{d(C)}$	$R \in R_d, i \in C$	国産比率(対投資需要)
$\epsilon_{Rij}^{FUEL(C)}$	$R \in R_d, i \in C$	燃料係数(家計消費)	$w_{Ri}^{d(V)}$	$R \in R_d, i \in C$	国産比率(対他最終需要)
$\epsilon_{Ri}^{CO_2(C)}$	$R \in R_d, i \in C$	CO_2 排出係数(家計消費)	$w_{Ri}^{d(F)}$	$R \in R_d, i \in C$	輸入比率(対中間需要)
$\epsilon_{Ri}^{SOX(C)}$	$R \in R_d, i \in C$	SO_X 排出係数(家計消費)	$w_{Ri}^{m(I)}$	$R \in R_d, R' \in R_d', i \in C$	輸入比率(対消費需要)
			$w_{Ri}^{m(C)}$	$R \in R_d, R' \in R_d', i \in C$	輸入比率(対投資需要)
			$w_{Ri}^{m(V)}$	$R \in R_d, R' \in R_d', i \in C$	輸入比率(対他最終需要)
			$w_{Ri}^{m(F)}$	$R \in R_d, R' \in R_d', i \in C$	RoW への実質輸出金額
			w_{Ri}^{Ri}	$R \in R_d, i \in C$	(上記+最終需要への輸出)
			EX_{Ri}^{RoW}	$R \in R_d, i \in C$	実質輸出金額
			EX_{Ri}^D	$R \in R_d, i \in C$	名目輸入金額
			EX_{Ri}	$R \in R_d, i \in C$	名目可処分所得
			IM_{Ri}	$R \in R_d, i \in C$	名目家計消費支出
			Y_R	$R \in R_d$	名目家計貯蓄
			C_R	$R \in R_d$	名目政府貯蓄
			S_R^P	$R \in R_d$	家計貯蓄投資差額
			S_R^G	$R \in R_d$	政府貯蓄投資差額
			ΔIS_R^P	$R \in R_d$	海外貯蓄投資差額
			ΔIS_R^G	$R \in R_d$	政府総税収
			ΔIS_R	$R \in R_d$	労働所得税収
			T_R^G	$R \in R_d$	資本所得税収
			T_R^L	$R \in R_d$	財産所得税収
			T_R^K	$R \in R_d$	純間接税収
			T_R^J	$R \in R_d$	関税・輸入品商品税収
			T_R^I	$R \in R_d$	名目 GDE
			T_R^M	$R \in R_d$	実質 GDE
			GDE_R	$R \in R_d$	GDE デフレーター
			$RGDE_R$	$R \in R_d$	燃料投入量
			$PGDE_R$	$R \in R_d$	CO_2 排出量
			$FUEL_{Rij}$	$R \in R_d, i \in C, j \in I$	SO_X 排出量
			CO_{2Rij}	$R \in R_d, i \in C, j \in I$	燃料投入量(家計)
			SO_{XRij}	$R \in R_d, i \in C, j \in I$	CO_2 排出量(家計)
			$FUEL_{Ri}$	$R \in R_d, i \in C$	SO_X 排出量(家計)
			CO_{2Ri}	$R \in R_d, i \in C$	
			SO_{XRi}	$R \in R_d, i \in C$	

参考文献

- [1] ADB(1998), *Key Indicators of Developing Asian and Pacific Countries*, Asia Development Bank, 1998.
- [2] IDE(1998), *Asian International Input-Output Table*, Institute of Developing Economics, March, 1998. (『アジア国際産業連関表－1990年』アジア経済研究所)
- [3] ILO(1998), *Yearbook of Labour Statistics*, International Labour Office, 1998.
- [4] 大川一司、小浜裕久『経済発展論－日本の経験と発展途上国』, 東洋経済新報社. 1993年
- [5] 黒田昌裕、新保一成、野村浩二、小林信行『KEO データベース－産出および資本・労働投入の推計－』, 慶應義塾大学産業研究所. 1997年
- [6] 黒田昌裕・野村浩二 (1998), 「日本経済の多部門一般均衡モデルの構築と環境保全政策シミュレーション (I) 環境保全政策と多部門一般均衡モデルの構築」, KEO Discussion Paper (慶應義塾大学産業研究所未来開拓プロジェクト), No.15, 1998年7月
- [7] 黒田昌裕・野村浩二 (1998), 「日本経済の多部門一般均衡モデルの構築と環境保全政策シミュレーション (II) 環境保全政策と炭素税賦課シミュレーション」, KEO Discussion Paper (慶應義塾大学産業研究所未来開拓プロジェクト), No.16, 1998年7月
- [8] 辻村江太郎・黒田昌裕 (1974), 『日本経済の一般均衡分析』, 筑摩書房, 1974年2月