



RIETI Discussion Paper Series 07-J-043

# 日本経済の多地域動学的応用一般均衡モデルの開発 Forward Looking の視点に基づく地域経済分析

伴 金美  
経済産業研究所



Research Institute of Economy, Trade & Industry, IAA

独立行政法人経済産業研究所

<http://www.rieti.go.jp/jp/>

# 日本経済の多地域動学的応用一般均衡モデルの開発<sup>1</sup>

## Forward Looking の視点に基づく地域経済分析

伴 金美<sup>2</sup>

2007 年 9 月

### 要旨

本論文は、日本的視野に基づいて地域経済の動向に影響する要因を分析するため、8 地域 22 産業部門からなる多地域動学的応用一般均衡モデルを開発し、様々な経済環境の変化が、時間的視野で地域経済および日本経済に影響する様子を、数値シミュレーションの手法により明らかにする。本論文で取り上げられる経済環境の変化は、財政負担・便益格差の是正、労働力人口の減少、企業減税、交通・通信技術のイノベーションなどである。本論文で用いられている動学的応用一般均衡モデルは、平成 12 年試算地域間産業連関表に基づく社会会計表をベンチマークデータとし、多段 CES 型生産関数と効用関数に基づいて企業と家計の行動方程式が導出され、さらに、動学的メカニズムとして、各地域において Ramsey 型最適成長モデルに基づく貯蓄・投資の決定がなされる枠組みが取り入れられている。なお、モデルのパラメータは仮想的なものであり、シミュレーション結果はそれに大きく依存している。分析結果によれば、各地域間の密接な相互依存関係から、経済環境の変化が、一地域にとどまらず、広く他の地域に、かつ時間の経過とともに影響が拡大する。特に、貯蓄・投資が動学的最適成長モデルの枠組で決まる Forward Looking モデルによる分析では、将来の経済環境の変化が事前に予測された時点で経済活動に対して大きな影響をもたらすことが確認できる。その意味で、現在の地域経済の動向は、将来の経済環境の変化を予測した上での動きの一環であると考えられる重要性も示唆している。

---

<sup>1</sup> 本論文の研究は、経済産業研究所における「東アジア大 CGE モデル研究会」の中で進められたものであり、研究会のメンバーである久武昌人（経済産業省）、片岡剛士（三菱リサーチ&コンサルタント）、細江宣裕（政策研究大学院大学）、武田史郎（関東学園大学）の各氏に感謝する。また、平成 12 年試算地域間産業連関表の利用を認めていただいた新井園枝、尾形正之（共に経済産業省）両氏にも感謝する。また、所内 DP 検討会でいただいた貴重なコメントに対しても感謝する。なお、本論文の見解は執筆者個人のものであり、経済産業研究所および経済産業省の見解ではない。論文で使用したモデルとデータの配布を希望される場合は、執筆者宛に直接依頼してください。

<sup>2</sup> 大阪大学大学院経済学研究科教授、経済産業研究所ファカルティフェロー  
連絡先：ban@econ.osaka-u.ac.jp

## 1. はじめに

日本経済は2002年から長期にわたる景気回復の過程にあるが、地域別にみれば回復の状況も大きく異なる。特に、回復の過程で明らかとなった地域間格差の拡大も注目されている。表1は、2001年から2004年までの地域別域内総生産<sup>3</sup>の各年の成長率と、2000年～2004年までの平均成長率を示している。それによれば、中部の成長率が他地域として比較して抜きんでて高く、次いで、関東、九州・沖縄が続き、北海道、東北、中国、四国と近畿の回復は遅れている。特に、2001年が横ばいであったことを考慮すれば、北海道の停滞が著しい。

表1 地域別成長率（単位 %）

	2001	2002	2003	2004	平均
北海道	0.3	-0.2	0.1	0.7	0.2
東北	-2.3	0.9	0.4	2.7	0.4
関東	-1.3	1.3	2.1	2.0	1.0
中部	-0.3	2.5	2.1	3.9	2.0
近畿	-2.3	1.5	1.4	1.9	0.6
中国	-0.9	1.0	1.2	1.5	0.7
四国	-0.1	0.1	1.1	0.9	0.5
九州・沖縄	-0.6	0.6	2.3	1.6	1.0

このような回復の違いにおいて見られる格差の拡大傾向に対して、政府は、地域経済の活性化と地域雇用の創造を、地域の視点から積極的かつ総合的に推進するため、2003年に地域再生本部を設置し、2005年に地域再生法を成立させて取り組んでいる。特に、構造改革特区の推進など、様々な形で地域に対する支援策を実施している。しかし、地域経済の活性化や雇用の創造と言っても、財政構造の改革、少子高齢化の進展、経済のグローバル化にともなう産業構造の著しい変化の中で、官民による連携した地域の自主的・自立的な取り組みだけでは限界がある可能性もある。

本論文は、日本的視野に基づいて地域経済の動向を分析するために、動学的応用一般均衡モデルを開発し、様々な経済環境の変化が、地域経済と日本経済に時間の経過に伴って与える影響を数値計算により明らかにする。特に、財政負担・便益格差の是正、企業減税、労働力人口の減少、交通・通信技術におけるイノベーションが、各地域のマクロ経済や産

<sup>3</sup> 本論文における地域区分は、地域産業連関表の区分による。すなわち、「北海道」を除けば、「東北」は青森県・岩手県・宮城県・秋田県・山形県・福島県、「関東」は茨城県・栃木県・群馬県・埼玉県・千葉県・東京都・神奈川県・新潟県・山梨県・長野県・静岡県、「中部」は富山県・石川県・愛知県・岐阜県・三重県、「近畿」は福井県・滋賀県・京都府・大阪府・兵庫県・奈良県・和歌山県、「中国」は鳥取県・島根県・岡山県・広島県・山口県、「四国」は徳島県・香川県・愛媛県・高知県、「九州・沖縄」は福岡県・佐賀県・長崎県・熊本県・大分県・宮崎県・鹿児島県・沖縄県を含む。

業構造に与える影響について検証する。もちろん、本論文で用いるモデルは、仮想的なパラメータに基づいて構築されたシミュレーションモデルであり、示される数値は一つの試算結果に過ぎない。しかし、様々な経済的環境の変化が、地域経済にどのような形で影響するかを考える上で、重要な手がかりとなろう。

本論文では、応用一般均衡モデルを構築するために開発された GAMS/MPSGE とよばれるソフトウェアを用いている。GAMS(The General Algebraic Modeling System)は、ソルバーとよばれる数理計画問題を解くための複数のソフトウェアを制御し、統一された仕様で非線形方程式モデルを解く機能を有しており、線形計画問題、非線形計画問題、応用一般均衡モデルなどを解くために世界的に広く用いられているモデリングのためのプラットフォーム<sup>4</sup>である。特に、Rutherford (1999)が開発し、GAMS 上で動く MPSGE (Mathematical Programming System for General Equilibrium Analysis)は、アロー・デブリュー型一般均衡モデルを、(1)ゼロ利潤条件、(2)需給均衡条件、(3)所得バランス条件で構成される方程式体系として記述する便利な機能を備えている。MPSGE は、利用できる関数型がコブダグラス型およびレオンチェフ型を含む多段 CES(Constant Elasticity of Substitution)型に限られているものの、生産関数、効用関数および所得制約式を記述することで、三条件に基づいて作られる大規模 MCP(混合相補問題 : Mixed Complementarity Problem)方程式体系を自動的に生成する機能を持つ。大規模非線形モデルを記述する場合、各方程式を正確に記述するコーディング作業が大きな役割を持つが、その点で MPSGE は優れた機能を持っている。

## 2. 応用一般均衡モデルの基本構造

応用一般均衡モデルは、税制や国際貿易の分野でいち早く利用が始まったものであるが、Shoven and Whalley (1984) が指摘するように、これまでも一国あるいは多国間レベルの一般均衡の枠組みで多くの研究蓄積がなされている。例えば、WTO の枠組みでの貿易交渉や、NAFTA などの地域経済統合が国際経済にどのような影響を与えるかを分析するために開発された多国間応用一般均衡モデルとして知られる GTAP モデル<sup>5</sup>は、そのデータベースとともに世界的に広く用いられている。それに対して、地域経済問題を分析するための応用一般均衡モデルの開発も進んでおり、Partridge and Rickman (1998)および 同(2007)は代表的なモデルについて展望している。ただ、彼らも指摘するように、地域経済を分析する応用一般均衡モデルの多くは、地域経済理論で主流となる立地論よりも、国際貿易理論に大きな影響を受けているために、地域経済分析にそぐわない場合もある。

応用一般均衡モデルは、ワルラスの一般均衡の枠組みで大規模モデルを構築し、異なる

---

<sup>4</sup> GAMS を用いて応用一般均衡モデルを構築する方法については、細江・我澤・橋本(2004)が参考となる。ただ、同書では GAMS/MPSGE について扱われていない。

<sup>5</sup> Hertel (1997)

政策・経済環境の下で数値解を求め、それを比較することで政策・経済環境の変化が経済に直接・間接的に与える影響を評価しようとするものである。特に、最近の傾向として、モデルの動学化への流れが加速としている。これは政策・経済環境の変化が経済に与える影響を時間的視野に基づいて評価する必要性が高まってきたことによる。応用一般均衡モデルでは、動学的枠組みを持つモデルを構成するすべての方程式が、生産技術や効用を表す生産関数や効用関数から明示的に導出されており、Koopmans (1946)や Lucas(1976)の批判にも耐えられる。もちろん、構築されたモデルそのものが、分析目的に大きく依存しており、一つのモデルが地域経済のあらゆる問題に対して万能でないことには留意する必要がある。

本論文が参考としたモデルの一つとして、オーストラリアモナシュ大学の Monash-MRF モデル<sup>6</sup>がある。このモデルは、オーストラリアを 8 地域に区分し、最大 104 産業区分を扱うことができる。当初、静学モデルであったが、現在では逐次型であるが動学化されており、産業区分も 144 に増加し、MMRF-GREEN モデルとして知られている。モデルは GEMPACK で記述されている。GEMPACK は GTAP モデルでも利用されるモデリング・プラットフォームであり、本論文で使用する GAMS/MPSGE とともに世界的に広く用いられている。GEMPACK は、非線形方程式体系を線形体系で近似することで、大規模モデルを容易に解くことができるメリットがある。しかし、本論文ではモデルのコーディングの簡便さを重視し、GAMS/MPSGE を用いている。GEMPACK と GAMS/MPSGE との関係については、Creteigny, Horridge, Pearson and Rutherford (2004)に詳しい。

本論文で作成した応用一般均衡モデルのベンチマークデータセットの基礎となっているのは、新井・尾形(2006)が作成した平成 12 年試算地域間産業連関表である。地域間産業連関表は、これまで地域内産業連関表をベースに経済産業省が作成してきたが、業務の合理化の過程で平成 7 年度を最後に作成が中止されている。しかし、多地域応用一般均衡モデルを作成するには、取引を自地域と他地域に区分し、さらに生産地別に分ける必要がある。新井・尾形の功績は、個人的な試算としてではあるが、平成 12 年地域間産業連関表を作成し、それを公開したことであり、それがなければ本論文モデルは作成できなかったと言う意味で高く評価している。なお、試算された地域間産業連関表は 9 地域・52 部門分類をベースとしているが、本論文では、それを任意の地域・産業区分に集計するプログラムを作成し、それをベースとして多地域動学的応用一般均衡モデルのベンチマークデータセットを作成している。

## 2. 1 地域・産業区分

モデルは、平成 12 年試算地域間産業連関表を 8 地域 22 産業分類に集計し、ベンチマークデータセットを作成している。地域区分は、北海道、東北、関東、中部、近畿、中国、

---

<sup>6</sup> Peter, Horridge, Megher, Naqvi and Parmenter (1996)

四国、九州・沖縄である。22 産業分類は次の通りである。

表 2 産業区分

変数名	産業区分	内容
agr	農林水産業	農業・林業・漁業
fuel	石炭・原油・天然ガス・同製品	石炭・原油・天然ガス・石油製品・石炭製品
food	食料品・たばこ・飲料	食料品・たばこ・飲料
text	繊維	繊維工業製品、衣服・その他の繊維製品
wop	木材・同製品・紙・パルプ	製材・木製品・家具・パルプ・紙・板紙・加工紙
chem	化学	化学基礎・最終製品・合成樹脂・医薬品・プラスチック製品
mtl	金属	鉄鋼・非鉄金属・金属製品
mach	一般機械	一般機械・事務用・サービス用機器・精密機械
elem	電気機械	電子・電気機器・電子計算機・通信機械・重電機器
tpm	輸送機械	乗用車・その他の自動車・その他の輸送機械
omfg	その他製造業	鉱業・出版・印刷・窯業・土石製品・その他の製造工業製品 再生資源回収・加工処理・金属屑・古紙
cnst	建築・土木・住宅賃貸	建築及び補修・その他の土木建設・住宅賃貸料(帰属家賃)
pubw	公共事業	公共事業
elg	電力・ガス・熱供給	電力・ガス・熱供給
wat	水道・廃棄物処理	水道・廃棄物処理
trd	商業	商業
fin	金融・保険・不動産	金融・保険・不動産
comm	通信・放送	通信・放送
tpts	運輸	運輸
pubs	公共サービス	公務・その他の公共サービス
buss	対事業所サービス	調査・情報サービス・その他の対事業所サービス・その他
prvs	対個人サービス	対個人サービス

## 2. 2 社会会計表の作成

社会会計表を構成する経済主体は、企業、家計、政府と海外である。家計と政府は各地域に各々1つ存在していると仮定している。さらに、家計は、資本と労働を保有するが、家計は地域間を移動しないものとしている。したがって、資本と労働の地域間の移動はない。<sup>7</sup>しかし、資本と労働サービスは、自地域だけでなく他地域にも提供され、家計は資本所得と労働所得を各地域から受け取る。受け取った所得から直接税である所得税が控除され、家計消費と家計貯蓄に振り向けられ、家計貯蓄は、自地域の投資、自地域の政府貯蓄、自地域の経常収支、他地域への経常移転に振り向けられる。企業は自地域および他地域の家計から資本と労働の生産要素の提供を受け、さらに自地域、他地域および海外から中間投入物を購入し生産活動を行い、生産物を国内市場と海外市場に販売し、家計に対して提供された生産要素のサービスに資本所得と労働所得として対価を支払う。重要な仮定は、企業と家計の関係であり、企業は生産主体として扱われているが、企業所得や企業貯蓄の概念はない。これらは資本所得であるが、労働所得と同様に家計所得に含まれる。この問題はモデルの動学化においても重要である。本論文では、貯蓄・投資の決定は家計が行うと仮定されている。すなわち、家計は将来にわたって得られる消費から得られる効用の割

<sup>7</sup> 資本と労働の地域間移動がないので、資本収益率と賃金は各地域で異なるとされる。

引現在価値を最大とするように貯蓄・投資の規模を決定し、蓄積された資本は家計が所有し、そのサービスが企業に提供されると考えられている。なお、資本所得は、地域間産業連関表の営業余剰＋資本減耗引当、労働所得は、家計外消費支出（行）＋雇用者所得としている。また、家計消費は、家計外消費支出（列）＋民間消費支出としている。また、投資は、地域内総固定資本形成（民間）＋在庫純増であり、投資が負となる場合、それをゼロとし、家計消費で調整している。

政府は、生産物、輸入、資本所得と労働所得に課税し、政府消費、政府投資と政府貯蓄に振り向ける。なお、政府は各地域に1つ存在すると仮定し、中央政府と地方政府の区別はしない。MMRF-GREENモデルでは、政府が州政府と連邦政府に区分されており両者の関係が地域経済に及ぼす影響を評価できるが、本論文モデルでは、基礎となる地域間産業連関表において両者を区別することが難しいことから、一つの政府として扱っている。その意味で、本論文モデルにおける政府は連邦制をとらない独立した道州制としての扱いとなっている。なお、直接税の帰属は、生産要素を所有している家計が居住する地域の政府としているが、間接税の帰属は、企業が属する地域の政府としている。ベンチマークデータでは、資本所得と労働所得に対する税率は、地域で各々同じと仮定し、税率は2000年の国民経済計算に基づいて計算される。したがって、資本所得と労働所得に税率をかけ、8地域で合計すれば、2000年時点における家計および企業に対する直接税額は国民経済計算のそれと一致する。

社会会計表から得られる貯蓄・投資バランスを表3に示している。ここで、政府貯蓄は税収から政府消費と公的固定資本形成の総和を差し引いたものとしている。最後の列のバランスは、家計貯蓄と政府貯蓄から貿易黒字と家計投資を差し引いたものであり、地域ごとの資金過不足となる。それによれば、関東と近畿は資金超過であるのに対して、他の地域は資金不足となっている。すなわち、関東・近畿圏から他の地域に資金の移転があることを示している。

表3 地域別・部門別貯蓄・投資バランス（単位10億円）

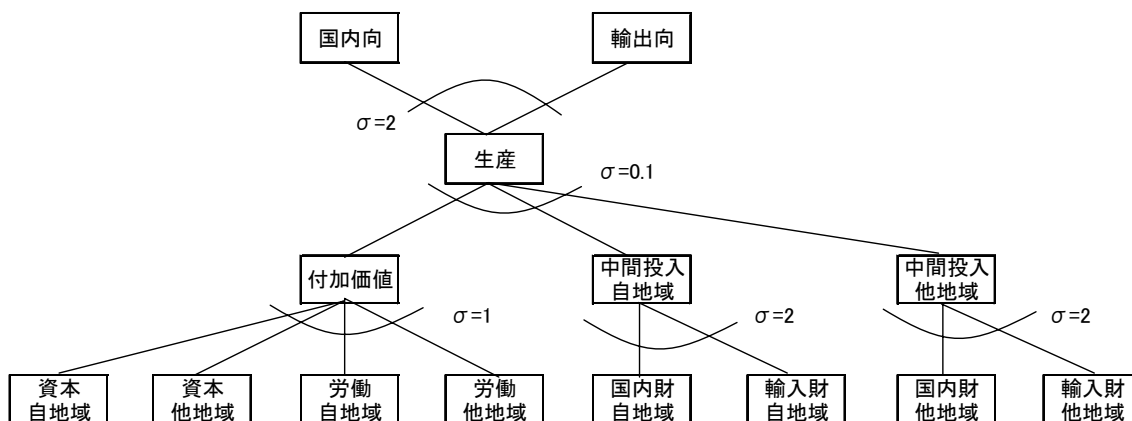
	家計貯蓄	政府貯蓄	貿易黒字	家計投資	バランス
北海道	4156	-4091	-1333	4185	-2787
東北	8083	-4646	-267	7147	-3443
関東	66286	-1020	1262	47776	16228
中部	17113	-1370	5021	11042	-319
近畿	23620	-2545	1029	18704	1342
中国	7869	-2839	518	5758	-1245
四国	3390	-2012	56	2942	-1620
九州・沖縄	10752	-7964	877	10066	-8156
計	141268	-26486	7161	107621	0

## 2. 3 企業の生産構造

企業は、資本と労働からなる生産要素と中間投入を用いて生産活動を行う。なお、輸出

産業については、国内財と輸出財の二つを結合生産物として生産するとしている。さらに、資本と労働は自地域だけでなく他地域からも提供を受けるものとする。したがって、対価としての資本所得と労働所得は、自地域だけでなく他地域へも支払われる。ここでは、直接税である資本所得税と労働所得税は、資本と労働を所有する家計が居住する地域の政府へ納付するとしている。また、中間投入は、自地域および他地域における国内財と輸入財のアーミントン混合物として投入されるが、アーミントン混合物は、各地域において国内財と輸入財の需要に振り向けられる。間接税は、企業が生産地域の政府に納付するとしている。生産関数は、一次同次の多段入れ子 CES(Constant Elasticity of Substitution)型とし、費用最小化行動を仮定している。<sup>8</sup>

図1 企業の生産構造<sup>9</sup>



## 2. 4 家計の消費構造

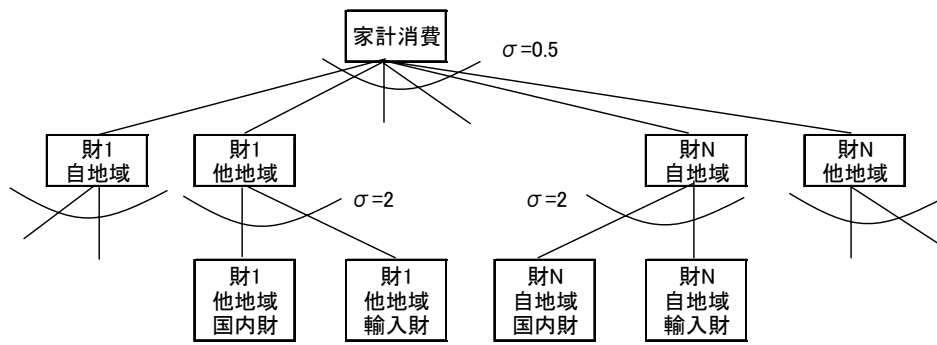
家計は、将来にわたって得られる消費から得られる効用の割引現在価値が最大となるように貯蓄・投資の規模を決定するとされる。動学的最適化問題のモデルへの組み込みについては、次節で説明するとして、ここでは、最適な貯蓄額の決定の後の消費に振り向けられる予算を所与とし、各期の効用を最大とするように自地域および他地域から各地域の国内財と輸入財のアーミントン混合物を消費すると仮定している。効用関数も、生産関数と同様に、一次同次の多段入れ子型 CES(Constant Elasticity of Substitution)型としている。

図2 家計の消費構造

<sup>8</sup> 本論文では、一次同次と完全競争が仮定されている。収穫増および不完全競争への拡張は今後の課題として残されている。なお、この問題についての静学 CGE モデルによる分析は、川崎・伴(2005)、久武・山崎(2006)が参考となる。

<sup>9</sup>  $\sigma$  は代替の弾力性であるが、モデルで用いられている値は仮想的なものであり、データに基づいて推定されたものではない。

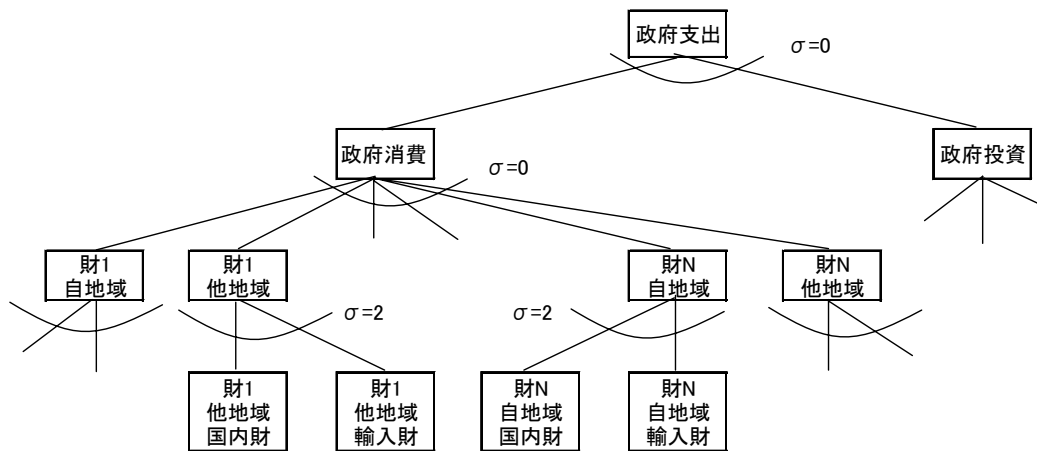




### 2. 5 政府の消費・投資構造

各地域の政府支出は政府消費と政府投資に分けられ、さらに政府消費と政府投資のいずれも自地域と他地域のアーミントン混合物へ支出される。各財への支出は、各地域政府の効用関数に基づいて決定されると仮定している。効用関数は、一次同次の多段入れ子型CES(Constant Elasticity of Substitution)型としているが、本論文では、代替の弾力性をゼロとしており、レオンチェフ型の支出構造を仮定している。

図 3 政府の消費・投資構造



### 3. 応用一般均衡モデルの動学構造

様々な経済環境の変化が地域経済や日本経済全体に与える影響を評価しようとする場合、時間的視野が必要となる。本節では、本論文における多地域動学的応用一般均衡モデルの構造について説明する。動学モデルの基本構造は Ramsey 型最適成長モデルであり、応用一般均衡モデルの動学化については、Lau, Phlke and Rutherford (2002)と Paltsev (2004)に基づいている。

### 3. 1 Ramsey 型最適成長モデル

まず、次のような Ramsey 型最適成長モデルについて考える。

$$\begin{aligned}
 \max_{C_t} \sum_{t=0}^{\infty} \left( \frac{1}{1+\rho} \right)^t u(C_t) \\
 Y_t &= f(K_t, L_t) \\
 I_t &= Y_t - C_t \\
 K_{t+1} &= I_t + (1-\delta)K_t \\
 L_t &= (1+n)^t L_0
 \end{aligned} \tag{1}$$

ここで、 $C_t$  は消費、 $Y_t$  は所得、 $I_t$  は投資、 $K_t$  は資本ストック、 $L_t$  は効率単位の労働力人口、 $\rho$  は割引率、 $\delta$  は資本減耗率、 $n$  は効率単位での労働力増加率である。すなわち、家計は将来にわたって消費から得られる効用の割引現在価値を最大とするように各期の消費を決定する。このとき、次の最適条件が満たされる必要がある。

$$\begin{aligned}
 P_t &= \left( \frac{1}{1+\rho} \right)^t \frac{\partial u(C_t)}{\partial C_t} \\
 PK_t &= (1-\delta)PK_{t+1} + P_t \frac{\partial f(K_t, L_t)}{\partial K_t} \\
 P_t &= PK_{t+1}
 \end{aligned} \tag{2}$$

ここで、 $P_t$  と  $PK_t$  はラグランジュ乗数であるが、前者は一般物価水準、後者は資本の限界生産力の割引現在価値と考えることができる。

### 3. 2 相補問題 (Complementarity Problem)

いま、 $P_t \frac{\partial f(K_t, L_t)}{\partial K_t} = RK_t$  を資本サービスコスト、 $W_t$  を賃金、 $c(RK_t, W_t)$  を  $Y_t$  を 1 単位

生産するに必要な単位費用とすれば、動学モデルの解は、次のような相補問題<sup>10</sup>として表すことができる。

ゼロ利潤条件

---

<sup>10</sup> 相補問題とは、 $P_t \geq PK_{t+1} \perp I_t \geq 0$  は、方程式として記述すれば  $I_t(P_t - PK_{t+1}) = 0$  となる。ここで、 $P_t > PK_{t+1}$  であれば、 $I_t = 0$  が解となり、 $P_t = PK_{t+1}$  であれば、 $I_t \geq 0$  が解となる問題である。

$$\begin{aligned}
P_t &\geq PK_{t+1} \perp I_t \geq 0 \\
PK_t &\geq (1-\delta)PK_{t+1} + RK_t \perp K_t \geq 0 \\
c(RK_t, W_t) &\geq P_t \perp Y_t \geq 0
\end{aligned} \tag{3}$$

需給均衡条件

$$\begin{aligned}
Y_t &\geq C_t + I_t \perp P_t \geq 0 \\
K_t &\geq Y_t \frac{\partial c(RK_t, W_t)}{\partial RK_t} \perp RK_t \geq 0 \\
L_t &\geq Y_t \frac{\partial c(RK_t, W_t)}{\partial W_t} \perp W_t \geq 0
\end{aligned} \tag{4}$$

所得制約条件

$$M_t = PK_0 K_0 + \sum_{t=0}^{\infty} W_t L_t \tag{5}$$

### 3. 3 動学的定常均衡

動学モデルの解を求める上で、動学的定常均衡が存在し、初期状態から動学的定常均衡へ収束することが保証される必要がある。さらに、初期時点が動学的定常均衡にない場合、鞍点経路上になければ動学的定常均衡へは収束せず、解が得られないことも知られている。しかも、鞍点経路は針の穴にも相当する経路であり、その意味で、任意の初期値の下で動学解が得られることはまれである。そのため、動学モデルを用いた分析では、初期時点も定常均衡にあると仮定することが多い。本論文でも、初期時点が動学的定常均衡にあるとする。したがって、標準解は動学的均衡経路を表している。

標準解が動学的定常均衡にあれば、任意の時点について次の関係が成立している。

$$\begin{aligned}
PK_{t+1} &= P_t \\
P_{t-1} &= (1+r)P_t = (1-\delta)P_t + RK_t \\
(n+\delta)K_t &= I_t \\
RK_t K_t &= VK_t
\end{aligned} \tag{6}$$

ここで、 $VK_t$ は資本所得、 $r$ は市場金利である。当然、初期時点 $t=0$ でも成立することから、初期時点の投資額は、

$$I_0 = \frac{n+\delta}{r+\delta} VK_0 \tag{7}$$

となる。問題は、 $I_0$ が初期時点で観測される投資額に一致するかである。本論文では、初期時点において観測される投資額が $I_0$ を上回る場合、投資額を $I_0$ とし、上回る分を家計消

費へ加える。一方、下回る場合、投資額を  $I_0$  とし、下回る分を家計消費から減じることで、標準解が動学的定常均衡経路の(6)式を満たすようにしている。

本論文では、金利を 5%、資本減耗率を 4%、効率単位で測った労働力人口増加率を 2%としているが、初期時点をも動的定常均衡とするために必要となる消費・貯蓄の調整額は表 4 に示されるとおりである。

表 4 初期時点をも動的定常均衡とするための消費・貯蓄の調整 (単位 10 億円)

	実績		調整後	
	消費	投資	消費	投資
北海道	12962	3510	12288	4185
東北	19782	6739	19374	7147
関東	128107	41776	122106	47776
中部	29618	11374	29950	11042
近畿	54108	14619	50023	18704
中国	16488	5046	15776	5758
四国	8745	2612	8415	2942
九州・沖縄	30251	8832	29016	10066

### 3. 4 終端条件の設定

動学的応用一般均衡モデルにおいて、家計は無限期間の最適問題を解いて貯蓄・投資を決定する。しかし、数値計算する場合は有限期間について解かざるを得ない。したがって、有限期間で解いても、終端時点の解が、それより長い期間、あるいは無限期間の解と同じとなることが求められる。一般的には、終端時点における資本ストックについて条件を設ける方法が用いられるが、Lau, Phlke and Rutherford (2002)は、 $T$  を終端時点とするとき、次の条件を課すこと提案している。

$$\frac{I_T}{I_{T-1}} = \frac{Y_T}{Y_{T-1}} \quad (8)$$

すなわち、終端時点で、投資の増加率が成長率と一致することを求めている。この条件式は、終端時点で動学的定常均衡を保証するものではなく、特定の成長率を保証するものでもなく、特定の資本ストックの水準を指定するものでもないが、有限期間で解いても、より長い期間、あるいは無限帰期間で解いた解と一致させることができる。

本論文の数値シミュレーションは、2000年から2015年までの16年間についてモデルを解いている。すでに述べたように、初期時点である2000年も終端時点である2015年も動学的定常均衡状態にあり、途中時点も動学的定常均衡にある。さらに、モデルでは8地域が存在するが、動学的定常均衡を保証するために、各地域の効率単位で測った労働人口増加率は同一であると仮定している。<sup>11</sup>

<sup>11</sup> これらの仮定は現実とは大きく食い違うところであるが、多地域動学モデルが解を持つために必要不可欠な仮定となる。なお、初期時点に関しては、動学的定常均衡は必要ない

### 3. 5 多地域異なる意志決定主体の存在

多地域動学的応用一般均衡モデルの動学化で残された問題として、意志決定の主体が複数存在することがあげられる。本論文のモデルでは、8つの家計が存在している。複数の経済主体の存在する一般均衡モデルでの均衡解は、Negishi(1960)による根岸条件を満たすことが必要である。実際、Nordhouse and Boyer (2000)は、地球規模での温暖化を分析するために、世界を8地域に区分し、各地域がRamsey型最適成長問題を解くように多地域動学的最適化モデルを構築しているが、その中に根岸条件が明示的に組み入れられている。それに対して、Lau, Phlke and Rutherford (2002)は、終端時点における金融資産の配分問題を明示的に取り入れることでこの問題を解決する方法を提案している。まず、各地域における終端時点 $T$ 以降における異時点間の予算制約式を次のように表す。

$$\sum_{t=T+1}^{\infty} P_{r,t} C_{r,t} = \sum_{t=T+1}^{\infty} W_{r,t} L_{r,t} + A_{r,T+1} \quad (9)$$

ここで、 $A_{r,T+1}$ は、終端時点 $T$ における地域 $r$ の金融資産とする。このとき、終端時点 $T$ 以降についても動学的定常均衡にあれば

$$\begin{aligned} A_{r,T+1} &= \sum_{t=T+1}^{\infty} (P_{r,t} C_{r,t} - W_{r,t} L_{r,t}) \\ &= \sum_{t=T+1}^{\infty} (P_{r,t} C_{r,t} - W_{r,t} L_{r,t}) \left( \frac{1+n}{1+r} \right)^{t-T} \\ &= (P_{r,T} C_{r,T} - W_{r,T} L_{r,T}) \left( \frac{1+n}{r-n} \right) \end{aligned} \quad (10)$$

となる。このとき、終端時点での各地域における金融資産の比率は

$$\theta_r = \frac{A_{r,T+1}}{\sum_{s=1}^R A_{s,T+1}} = \frac{P_{r,T} C_{r,T} - W_{r,T} L_{r,T}}{\sum_{s=1}^R (P_{s,T} C_{s,T} - W_{s,T} L_{s,T})} \quad (11)$$

となる。ここで、 $R$ は地域の数である。一方、各地域の実物資本ストックの和と金融資産の和は一致するので、

$$\sum_{r=1}^R A_{r,T+1} = \sum_{r=1}^R PK_{r,T+1} K_{r,T+1} \quad (12)$$

---

ものの、もし鞍点経路上になければ動学解を得ることはできない。Forward Looking型動学モデルに課されるこのような「動学解を得るための厳しい条件」を避ける一つの方法として、3.6で述べるBackward Looking型逐次型動学モデルの利用がある。ただ、その場合、動学モデルで重要となる貯蓄・投資の決定がアド・ホックなものとなる。

終端時点  $T$  における地域  $r$  金融資産と実物資産の関係は

$$A_{r,T+1} = \theta_r \sum_{s=1}^R PK_{s,T+1} K_{s,T+1} \quad (13)$$

となる。この関係式をモデルに組み入れることで複数の経済主体による競争均衡解を得ることができる。

### 3. 6 逐次動学応用一般均衡モデル

本論文で用いる動学的応用一般均衡モデルは、(2)式で表される動学的最適条件に基づいて、貯蓄・投資が決定されるメカニズムが含まれる。すなわち、貯蓄・投資は、将来にわたる資本収益率の割引現在価値に基づいて決定される。したがって、将来時点において何らかの経済環境が変化すれば、資本収益率の割引現在価値の変化を通して、変化時点より前の貯蓄・投資にも影響する。すなわち、Forward Looking モデルであり、Lucas (1976) の批判にも耐えうるモデルとなっている。

それに対して、MMRF-GREEN などの多くの動学的応用一般均衡モデルでは、貯蓄・投資の決定は、各時点で利用可能な情報に基づいて行われており、将来に予想される経済環境の変化は、それ以前の貯蓄・投資の決定に影響しない。多くの場合、貯蓄率が外生的に与えられ、あるいは各時点における資本収益率に依存して決まるようになっている。このようなモデルは、逐次動学モデルとよばれる。すなわち、動学モデルにおいて最も重要な役割を持つ貯蓄・投資の決定がアド・ホックに行われる。その意味で、Backward Looking モデルであり、Lucas 批判の対象となる。

理論的には、Forward Looking モデルが望ましいが、Backward Looking モデルが使われる第一は、計算の容易さにある。逐次動学モデルは、各期、前期末資本ストックを所与とする静学均衡モデルの枠組みで解かれ、同時に決定される貯蓄・投資に基づいて期末の資本ストックが計算され、次期の計算に移行する。したがって、計算時間も静学均衡モデルを計画期間の回数だけ解く時間となる。それに対して、Forward Looking モデルでは、計画期間の全期間を同時に解くことになり、変数と方程式の計算時間は計画期間の応じて大きくなることから、計算時間も方程式数の二乗に比例して増加する。

Backward Looking モデルが用いられる第二の理由は、Forward Looking モデルに課される条件が厳しいことにある。特に、多地域動学モデルの場合、動学的定常均衡の存在のために、地域ごとの労働人口成長率は同じであることが必要となる。もし異なれば、地域毎の生産比率が一定とならず、動学的定常均衡が得られない。しかし、多くの場合、地域ごとの労働人口成長率は異なり、同一を仮定することには抵抗がある。その点、逐次動学モデルは動学的定常均衡の存在を前提とせず、より多様な想定を仮定することができる。もちろん、この点について、Forward Looking モデルにおいても、計画期間を十分長くとり、計画期間の後半で動学的定常均衡を保証する不均衡動学モデルとすることもできるが、

鞍点経路上になければ解が求められない危険がある。

本論文では、Forward Looking モデルだけでなく、Backward Looking 逐次動学モデルについても開発しており、両者の比較を試みている。

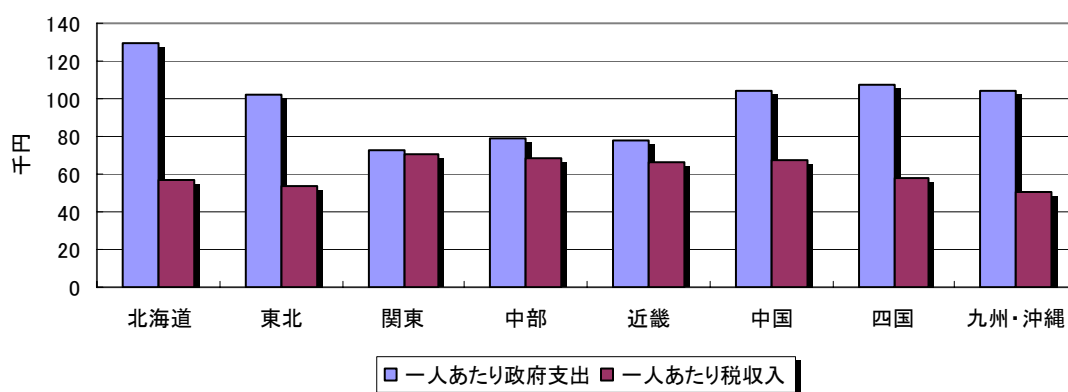
#### 4. シミュレーション

動学的応用一般均衡モデルを用いて、財政負担・便益格差の是正、労働力人口成長率の低下、企業減税、交通・通信技術におけるイノベーションなどが、各地域のマクロ経済や産業構造に与える影響を評価する。シミュレーションの期間は、2000年から2015年までの16年間とする。この間、効率単位で図った労働人口成長率は各地域で同一で2%とする。また、全期間で動学的定常均衡となるように初期時点で各地域の投資規模を修正している。したがって、標準解では、各地域は年率2%で成長することになる。

##### 4. 1 財政負担・便益格差の是正

地域経済を論じる場合、しばしば財政負担・便益に格差のあることが議論の対象となる。最近の地方税財政制度改革は、地方分権を推進し、地方の自立性を高める目的で始まり、国庫負担金の削減、地方交付税の削減、税源移譲の三点セットで改革が進められている。しかし、改革が地方の自立性を高めるものならば高く評価されるが、負担・便益の格差を是正しようとするれば大きな反発を招く。図4は、2節で作成された社会会計表に基づいて、地域ごとに人口一人あたり政府支出と税収入を示したものである。

図4 財政の負担・便益



それによれば、地域ごとの一人あたりの税収は5万円から7万円であるのに対し、一人あたり政府支出は7万円から13万円の範囲にある。すなわち、一人あたり税収についての格差は比較的小さいが、一人あたり政府支出の格差は著しく大きい。特に、北海道、東北、

中国、四国、九州・沖縄における政府支出の水準は、税収を大きく上回っている。その結果、表 3 に示されるように、地域ごとの貯蓄・投資バランスの帳尻をとるために、関東地区が 16 兆円、近畿が 1 兆円を超える資金を他の地域に移転するかたちになっている。

財政負担・便益の格差の是正は、一方では地域の切り捨てと理解され、大きな反発を生むことは必須である。ここでは、格差を是正する方向が、地域経済に対してどのような影響をもたらすかを試算する。試算結果のインプリケーションは、財政負担・便益格差の是正が、地方経済に対して大きな影響を持つことである。さらに、財政負担・便益格差が現時点ではなく、将来に予測されるとしても、その影響は、予測された時点から影響を及ぼす。その一方で、財政負担・便益格差の是正が、地域経済を財政依存型からの脱却にも寄与する。

シミュレーションでは、モデルで外生変数とされる政府貯蓄を、北海道、東北、中国、四国、九州・沖縄の各地域で 5 千億円増加させ、関東地区で 2 兆 5 千億円減少させる。政府収入を所与とすれば、政府貯蓄の増加は政府支出の減少となり、逆に政府貯蓄の減少は政府支出の増加となる。その結果、地域別・部門別貯蓄・投資バランスは表 5 のように変更され、関東地区の資金超過額は 2 兆 5 千億円減少する。<sup>12</sup>

表 5 地域別・部門別貯蓄・投資バランス (単位 10 億円)

	家計貯蓄	政府貯蓄	貿易黒字	家計投資	バランス
北海道	4156	-3591	-1333	4185	-2287
東北	8083	-4146	-267	7147	-2943
関東	66286	-3520	1262	47776	13728
中部	17113	-1370	5021	11042	-319
近畿	23620	-2545	1029	18704	1342
中国	7869	-2339	518	5758	-745
四国	3390	-1512	56	2942	-1120
九州・沖縄	10752	-7464	877	10066	-7656
計	141268	-26486	7161	107621	0

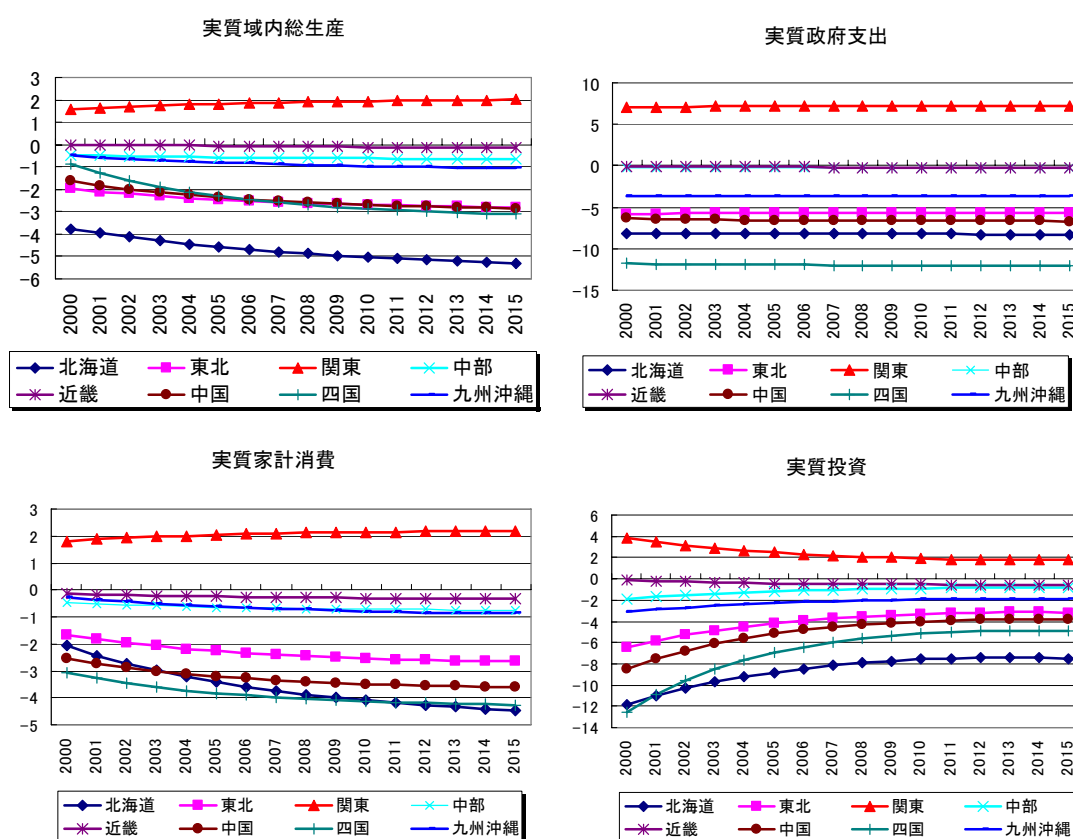
シミュレーションによれば、図 5a に示されるように、政府貯蓄の変更により、政府支出が変化する。その大きさを標準解からの乖離率で表せば、北海道 8%、東北 5%、中国 7%、四国 11%、九州・沖縄 3.6%で減少し、関東で 7%増加する。なお、変化の大きさは、標準解における政府支出水準の違いによる。政府支出の変化が実質域内総生産に与える影響は大きく、北海道 3.8%(2000 年)~5.1%(2015 年)、東北 2.0~2.8%、中国 1.6~2.9%、四国 0.9~3.1%、九州・沖縄 0.5~1.1%減少するのに対して、関東で 1.6~2%増加する。一方、政府貯蓄を不変とした中部で 0.5~0.6%、近畿で 0~0.1%減少する。全国計でみれば、2000 年では 0.1%増加するが、2007 年以降は負に転じ、2015 年で 0.06%低下する。

<sup>12</sup> モデルでは政府貯蓄は外生変数で実質値であり、均衡成長率に基づいて増加するとされる。なお、県民経済計算によれば、北海道の政府消費と公的資本形成の合計額は、2000 年と 2004 年を比較すると、名目値で 7550 億円、実質値で 4334 億円減少している。



域内支出項目について見れば、実質家計消費は、北海道 2.1～4.5%、東北 1.7～2.7%、中国 2.5～3.6%、四国 3.1～4.3%、九州・沖縄 0.3～0.9%減少するのに対して、関東で 1.8～2.2%増加する。それに対して、実質投資は、北海道 11.8～7.5%、東北 6.5～3.2%、中国 8.5～3.8%、四国 12.5～4.9%、九州・沖縄 3.1～1.9%減少するのに対して、関東で 3.8～1.8%増加する。すなわち、政府支出の減少による投資の変化は、家計消費の変化を大きく上回ることが分かる。なお、実質純輸出入について見れば、北海道、東北、中国、四国、九州・沖縄で増加し、関東で減少する。すなわち、内需の減少を純輸出の増加で下支えする効果が見られる。

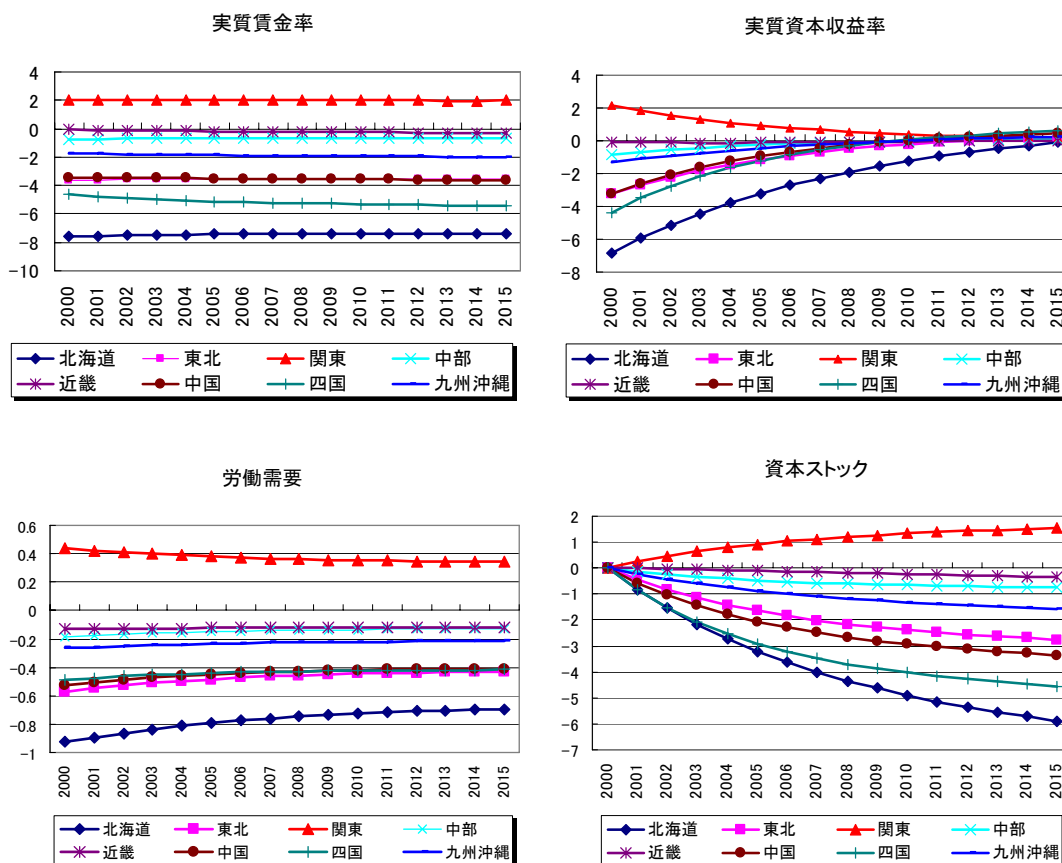
図 5a 財政負担・便益の是正シミュレーション(2000年～)



消費者物価はすべての地域で低下するが、消費者物価を基準とする実質賃金は、図 5b に示されるように、北海道 7.6～7.4%、東北 3.6～2.5%、中部 0.7～0.4%、近畿 0.1～0.3%、中国 3.4～3.6%、四国 4.6～5.4%、九州・沖縄で 1.8～2.0%低下するのに対して、関東で 2.1%上昇する。実質賃金の変化が地域ごとに大きく異なるのは、地域間の労働移動はないものとしていることによる。ただ、他地域への労働サービスの供給はあるので、労働力需要の減少は、生産・支出ほど大きくない。それに対して、資本も地域間の移動がないとされているが、実際には投資が増減することから、時間の経過とともに大きく変化する。実際、終端に近づくにつれて資本ストックは大きな影響を受ける。その一方で、実質資本収益率

の乖離幅はゼロに収束する。

図 5b 財政負担・便益の是正シミュレーション(2000 年～)



財政負担・便益是正により生じる政府支出の変化が、地域経済へ大きな影響を与えることが示されたが、産業構造の変化についても着目する必要がある。表 6 は、財政負担・便益の是正が産業構造に与える影響を 2010 年時点でみたものである。それによれば、経済の縮小を余儀なくされる北海道、東北、中国、四国、九州・沖縄では、公共事業、建築・土木、公共サービス部門の生産が減少する一方で、製造業部門の生産が増加する。製造業の生産が増加するのは、価格の低下で製造業の競争力が高まり、移出・輸出の増加と移入・輸入の減少で製造業部門の生産が増加することによるものである。それに対して、関東では、公共事業、建築・土木、公共サービス部門の生産が増加する一方で、製造業部門は減少する。その意味で、政府支出の減少は、北海道、東北、中国、四国、九州・沖縄の各地域の経済に深刻な影響を与えるが、各地域が政府支出に頼らない製造業中心の自立的な経済成長を達成する方向へ働くことも確認できる。もちろん、モデルでは人口移動を考慮していないことから、実質賃金率の動向を見れば、労働力の地域間の移動が増加し、北海道、東北、中国、四国、九州・沖縄における実質賃金率の低下は小幅にとどまることで、製造

業復活に結びつくかどうかは一概に言えないかもしれない。

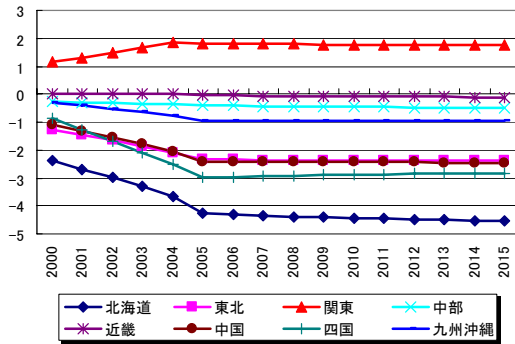
表 6 財政負担・便益の是正が産業構造に与える影響

2010	北海道	東北	関東	中部	近畿	中国	四国	九州沖縄
農林水産業	0.6	0.2	0.2	0.0	0.1	-0.3	-0.1	0.1
石炭・原油・天然ガス・同製品	2.8	-0.2	-0.5	-0.2	-0.3	1.1	1.3	0.9
食料品・たばこ・飲料	1.3	-0.1	0.6	0.0	-0.1	-1.0	-1.1	-0.1
繊維	6.1	2.0	-0.4	0.1	0.3	0.7	2.0	1.6
木材・同製品・紙・パルプ	1.9	0.5	-0.1	0.0	0.0	0.3	1.1	0.4
化学	1.5	0.2	-0.9	-0.3	0.0	1.2	1.8	1.0
金属	-1.9	0.4	-0.8	-0.2	0.1	1.2	1.4	0.8
一般機械	1.7	1.1	-1.3	-0.5	-0.3	0.7	1.8	0.6
電気機械	1.3	1.2	-1.5	-0.3	-0.3	1.2	10.1	0.6
輸送機械	2.6	-1.1	-1.3	-0.6	0.0	0.2	12.9	0.3
その他製造業	-1.2	-0.5	0.0	-0.2	0.1	0.1	0.5	-0.1
建築・土木・住宅賃貸	-5.5	-3.0	2.2	-0.7	-0.4	-3.7	-5.1	-1.5
公共事業	-8.2	-5.7	7.1	-0.3	-0.2	-6.6	-11.9	-3.6
電力・ガス・熱供給	-2.2	0.3	0.8	-0.3	-0.2	-0.3	-1.1	-0.4
水道・廃棄物処理	-3.1	-2.2	1.7	-0.4	-0.2	-2.7	-4.0	-1.2
商業	-0.2	0.5	-0.2	-0.3	-0.4	-0.1	0.4	-0.2
金融・保険・不動産	-2.0	-1.3	0.7	-0.4	-0.2	-1.6	-1.7	-0.4
通信・放送	-2.6	-1.7	0.3	-0.5	-0.5	-2.1	-2.7	-0.6
運輸	1.1	0.3	-0.4	-0.2	-0.2	0.4	0.8	0.5
公共サービス	-6.9	-4.4	4.6	-0.4	-0.2	-5.1	-8.9	-2.7
対事業所サービス	-2.7	-1.6	0.2	-0.4	-0.2	-1.6	-1.8	-0.7
対個人サービス	0.4	-0.9	0.8	-0.2	0.0	-2.3	-2.5	0.0

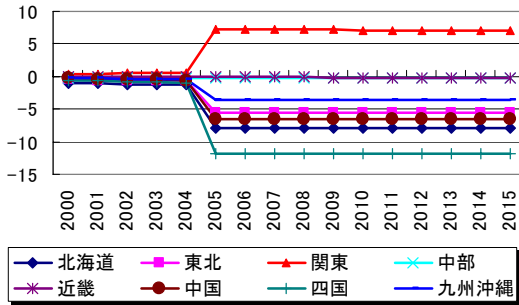
次に、財政負担・便益の是正が将来時点で始まると予想されたとき、経済がどのような影響を受けるかを分析する。シミュレーションでは、是正措置が2005年から始まるとされる。したがって、2000年～2004年について、政府支出の変更はない。ところが、図6によれば、その影響はシミュレーションの初期時点から見られる。これは、各時点での家計の意志決定が、将来の経済環境の変化を織り込んで行われるForward Lookingモデルによるシミュレーションの特徴でもある。それによれば、北海道、東北、中国、四国、九州・沖縄においては、2005年以降における政府支出の減少による経済の縮小が予想されることから、2000年から消費者物価が下落し、投資が減少を始めており、資本ストックは減少傾向を見せる。興味深いのは、経済に対する影響は、政策実施の前と後で異なることである。すなわち、実質賃金率は政策が実施される2005年以降に大きな影響が見られるのに対して、実質資本収益率は、政策が実施される以前の期間において影響が大きく、それ以降には変化がなくなる。したがって、資本ストックは2005年まで増減するが、2005年以降の変化は安定している。

図 6 財政負担・便益の是正シミュレーション(2005年～)

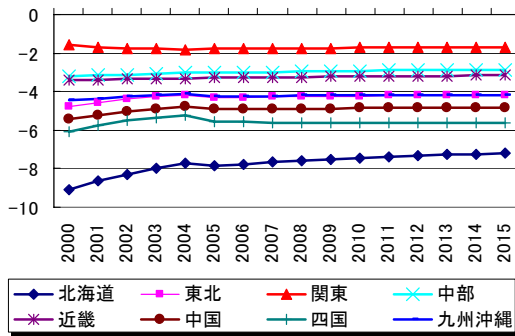
実質域内総生産



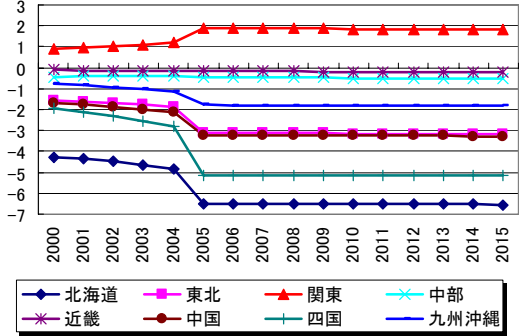
実質政府支出



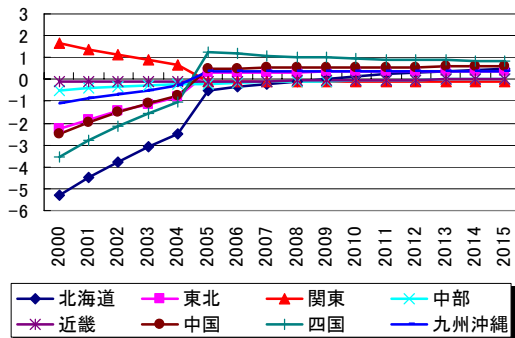
消費者物価



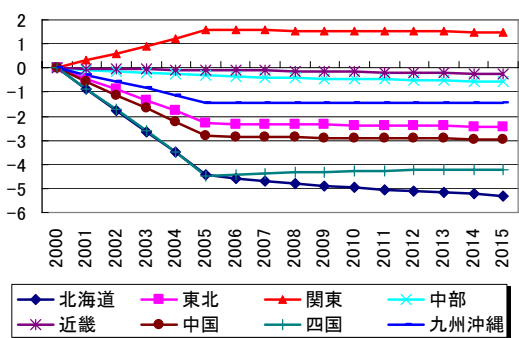
実質賃金率



実質資本収益率



資本ストック



#### 4. 2 労働力人口成長率の鈍化

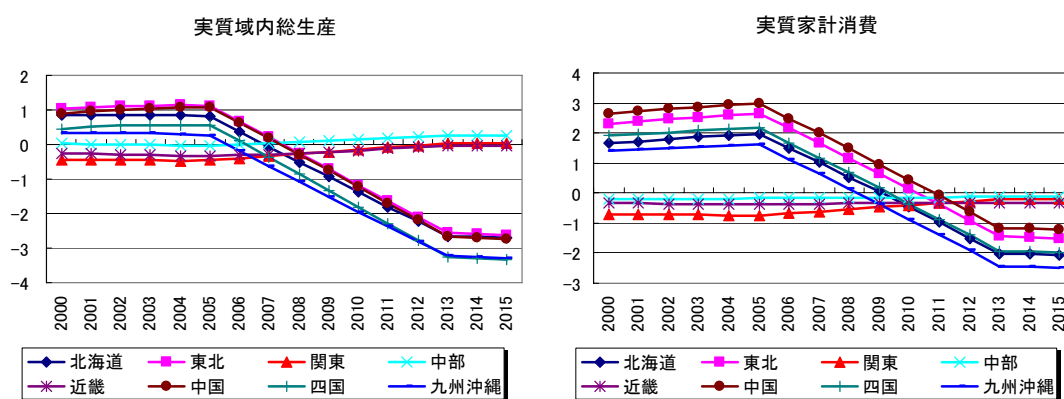
少子化による労働力人口の減少が日本経済に与える影響が懸念されている。実際、労働力人口は1998年～2004年に6793万人から6642万人、年率0.4%減少している。この間、国内総生産は490兆円から527兆円、年率で1.2%増加している。労働力人口は2005年に降増加に転じているが、長期的には減少することが見込まれる。なお、モデルにおいて、労働力人口は効率単位で測られており、標準解では全地域・全期間において2%増加すると

仮定されている。

ここでは、少子化による人口の減少により、北海道、東北、中国、四国、沖縄・九州において、2006年～2012年の間、効率単位の労働力人口成長率が年率0.5%低下し1.5%となるショックが生じたとき、地域経済に与える影響を評価する。ここで、終端時点である2015年を含めて1.5%としないのは、動学的定常均衡解の前提として2%の伸びが想定されていることによる。すなわち、一時的なショックとすることで定常均衡解に変更がなく、動学解を得る上で生じる多くの問題を回避することができるためである。もちろん、2006年～2012年の間は伸び率が一時的でも低下することから、効率単位で測った労働力人口水準そのものは恒久的に低下することになる。

シミュレーションによれば、図7に示されるように、労働力人口成長率の鈍化が生じる北海道、東北、中国、四国、九州・沖縄において、実質域内生産が2000年～2005年において、逆に0.8～1.1%標準解を上回る興味深い結果が示される。詳細に見れば、北海道0.8%、東北1.1%、中国1.1%、四国0.5%、九州・沖縄0.3%増加する。標準解を下回るのは2008年以降であり、労働力人口の伸びが戻る2013年以降は安定するが、下落の大きさは北海道2.7%、東北2.6%、中国2.7%、四国3.3%、九州・沖縄3.3%である。労働力人口成長率が鈍化する以前に域内総生産が増加するのは、労働力不足を予想して賃金が増加し、消費が増加し、域内総生産が増加する。さらに、資本収益率の上昇が見込まれることで最初は投資が増加する。しかし、実際に労働力人口の増加の鈍化が始まれば、消費と投資は標準解を下回り、域内総生産も低下を始める。それに対して、労働力人口の鈍化のない関東、中部、近畿では、全期間について実質資本収益率と実質賃金が若干低下し、投資と家計消費も標準解を下回る影響を受ける。

図7 労働力人口成長率の鈍化シミュレーション



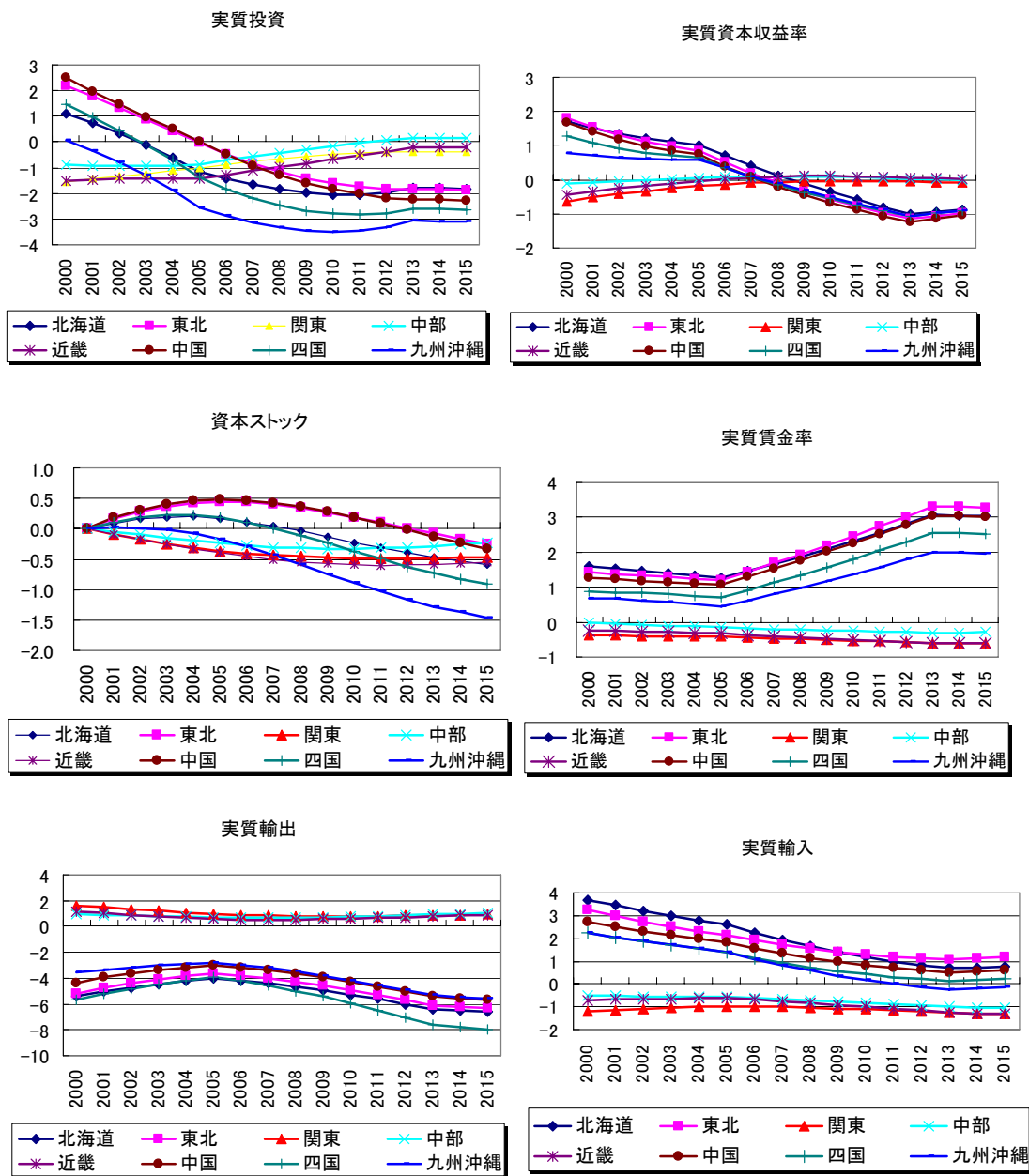


表 7 は、労働力人口成長率の鈍化が産業構造に与える影響を 2010 年時点で表したものである。それによれば、労働力人口成長率の鈍化は、鈍化する北海道、東北、中国、四国、九州・沖縄において製造業の生産を低下させ、その代わりサービス産業の生産を高める。労働力人口成長率の鈍化が労働集約的なサービス産業の生産を上昇させる一つの理由は、これらの地域において実質賃金や実質資本収益率が上昇し、その結果として競争力が低下し、輸出が抑えられ、輸入が増加することで、製造業部門の比重が低下することによる。

表 7 労働力人口の伸びの鈍化が産業構造に与える影響(2010年)

2010	北海道	東北	関東	中部	近畿	中国	四国	九州沖縄
農林水産業	-0.6	-0.3	0.1	0.0	0.1	-0.1	-0.1	0.0
石炭・原油・天然ガス・同製品	-1.0	-0.7	0.4	0.1	0.3	-1.0	-0.5	-0.7
食料品・たばこ・飲料	-0.5	0.2	-0.1	-0.2	0.0	0.6	0.5	0.4
繊維	-1.5	-1.0	0.2	0.1	0.2	-0.2	-0.4	-0.6
木材・同製品・紙・パルプ	-0.8	-0.5	0.0	-0.1	0.0	-0.4	-0.4	-0.4
化学	-0.9	-0.7	0.3	0.2	0.2	-0.9	-0.6	-0.7
金属	-0.1	-0.8	0.1	0.0	0.0	-0.9	-0.5	-0.7
一般機械	-1.0	-1.1	0.0	-0.3	-0.1	-0.9	-0.7	-1.0
電気機械	-1.0	-1.4	0.1	0.0	0.2	-0.9	-2.4	-1.0
輸送機械	-1.0	0.3	0.3	0.3	0.2	-0.2	-2.6	-0.4
その他製造業	-0.3	-0.4	0.1	0.0	0.1	-0.6	-0.6	-0.4
建築・土木・住宅賃貸	1.0	1.8	-0.9	-0.5	-0.7	2.0	1.3	0.5
公共事業	0.3	0.4	-0.1	0.0	-0.1	0.2	0.2	0.2
電力・ガス・熱供給	0.4	-0.3	-0.1	0.0	0.0	-0.2	0.2	0.3
水道・廃棄物処理	0.5	0.8	-0.2	-0.1	0.0	0.7	0.7	0.5
商業	0.1	-0.1	0.0	0.0	0.1	0.1	0.1	0.2
金融・保険・不動産	0.5	0.8	-0.2	0.0	-0.1	0.9	0.7	0.6
通信・放送	0.6	0.9	0.0	0.0	0.1	1.1	0.9	0.6
運輸	-0.3	-0.1	0.2	0.0	0.1	-0.2	-0.1	-0.1
公共サービス	0.5	0.5	-0.2	0.0	-0.1	0.5	0.4	0.3
対事業所サービス	0.2	0.4	0.0	-0.1	-0.1	0.3	0.2	0.1
対個人サービス	0.1	1.1	-0.2	-0.2	-0.1	1.8	1.3	0.7

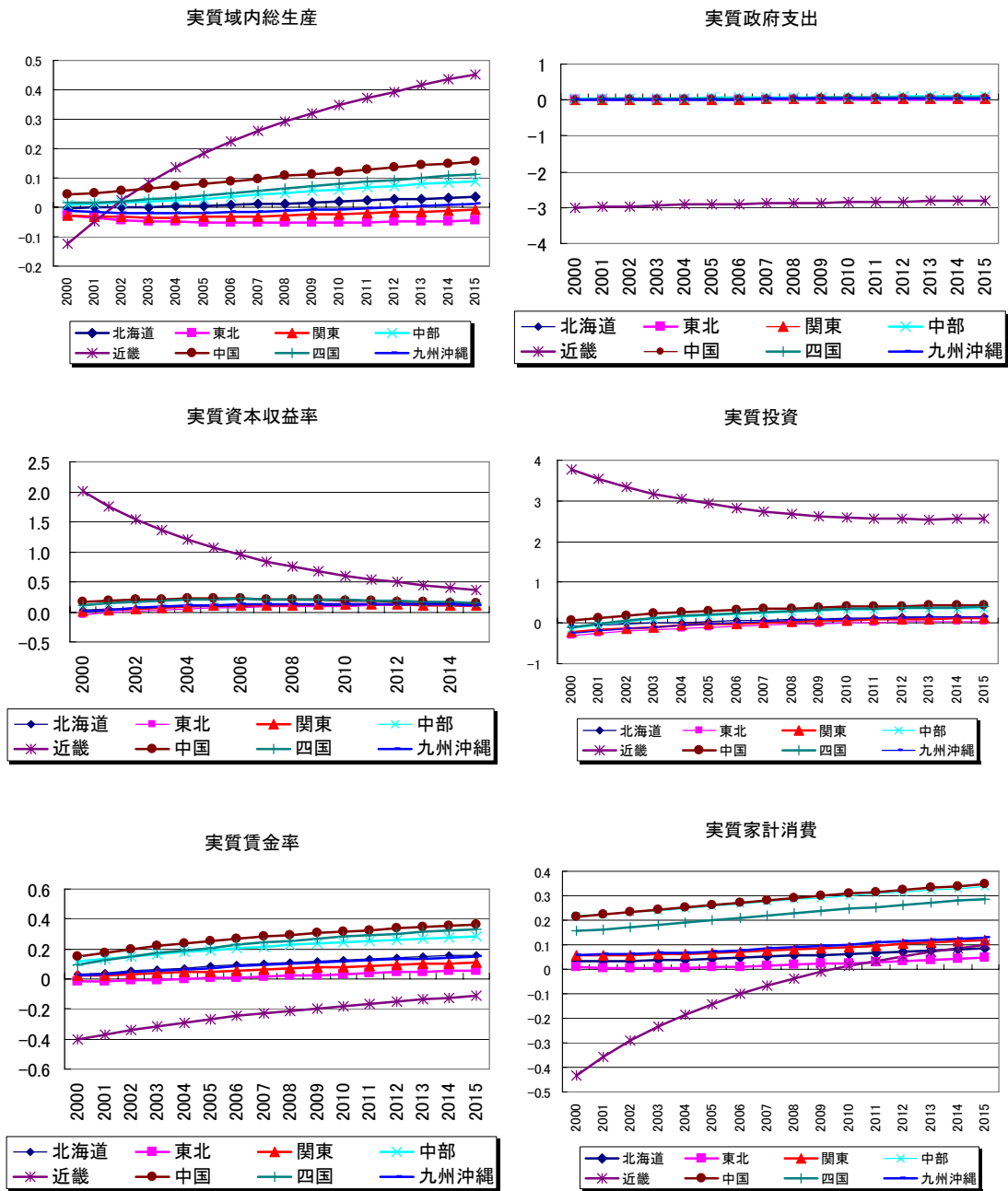
#### 4. 3 近畿単独の資本所得減税

資本所得に対する減税措置は、投資を刺激し、経済成長を促す効果のあることが知られている。ここでは、近畿が単独で資本所得に対する減税を行う場合、近畿および他の地域に対してどのような影響を及ぼすか評価する。シミュレーションでは、2000年～2015年において、近畿における資本所得に対する税率を標準ケースと比較して8割の水準、すなわち、税率を標準ケースと比較して20%引き下げる。なお、資本所得に対する税率引き下げの財源は、政府支出の削減で賄うこととする。

図8によれば、資本所得の税率引き下げによる政府収入の減少で、近畿の実質政府支出は3%減少する。その結果、近畿の域内総生産は2000年0.46%、2001年0.05%低下する。その一方で、実質資本収益率は上昇し、実質投資は2000年に3.8%、長期的に2.6%上昇し、資本ストックも増加する。その一方で実質賃金は下落し、実質家計消費も減少する。しかし、実質賃金の下落は輸出競争力を高め、純輸出を押し上げる。その結果、実質域内総生産は2002年以降、増加に転じる。近畿の域内総生産の増加は、近隣の中国、四国および中部の域内総生産を押し上げる。

各地域の産業構造に与える2010時点での影響が表8に示される。それによれば、近畿地区は製造業だけでなく、農業やサービスの各産業で生産が増加し、その効果は中国、四国と中部にもスピルオーバーすることが分かる。

図8 近畿単独の資本所得減税シミュレーション





近畿(輸出、輸入)

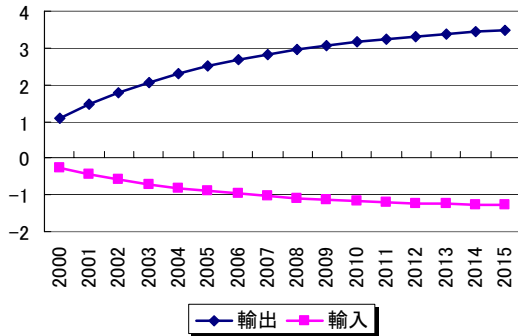


表 8 近畿単独での資本所得減税が産業構造に与える影響(2010年)

2010	北海道	東北	関東	中部	近畿	中国	四国	九州沖縄
農林水産業	0.01	0.01	-0.03	0.02	1.35	0.06	0.07	0.02
石炭・原油・天然ガス・同製品	-0.10	-0.09	-0.08	-0.01	0.72	-0.06	-0.02	-0.10
食料品・たばこ・飲料	0.00	0.02	0.02	0.11	0.60	0.12	0.12	0.04
繊維	-0.16	0.06	0.02	0.10	0.81	0.09	0.06	0.00
木材・同製品・紙・パルプ	0.01	-0.01	0.01	0.10	0.72	0.15	0.11	0.06
化学	-0.09	-0.16	-0.02	-0.07	0.43	-0.08	-0.06	-0.13
金属	0.03	-0.01	0.01	0.10	0.83	0.13	0.10	0.06
一般機械	0.00	0.06	0.17	0.31	1.27	0.29	0.32	0.17
電気機械	0.11	-0.06	0.03	0.10	1.08	0.22	-0.19	0.00
輸送機械	-0.22	-0.11	-0.05	-0.03	0.74	0.17	-0.03	-0.14
その他製造業	-0.04	-0.04	0.00	0.04	0.52	0.02	-0.01	-0.01
建築・土木・住宅賃貸	0.07	0.00	0.06	0.25	1.01	0.28	0.23	0.08
公共事業	0.03	0.01	0.03	0.08	-2.82	0.06	0.06	0.03
電力・ガス・熱供給	0.02	0.00	0.02	0.09	0.37	0.06	0.07	0.01
水道・廃棄物処理	0.02	0.00	0.03	0.12	-0.29	0.11	0.09	0.03
商業	0.04	0.04	0.06	0.09	0.68	0.09	0.09	0.06
金融・保険・不動産	0.01	-0.01	0.02	0.11	0.54	0.13	0.10	0.03
通信・放送	0.02	0.00	0.04	0.13	0.36	0.14	0.11	0.04
運輸	0.02	0.01	-0.02	0.02	0.78	0.04	0.07	0.01
公共サービス	0.03	0.00	0.04	0.09	-1.71	0.09	0.06	0.03
対事業所サービス	0.02	-0.01	0.03	0.09	0.62	0.11	0.08	0.02
対個人サービス	0.02	0.02	0.03	0.16	0.34	0.17	0.13	0.05

#### 4. 4 運輸サービスにおけるイノベーション

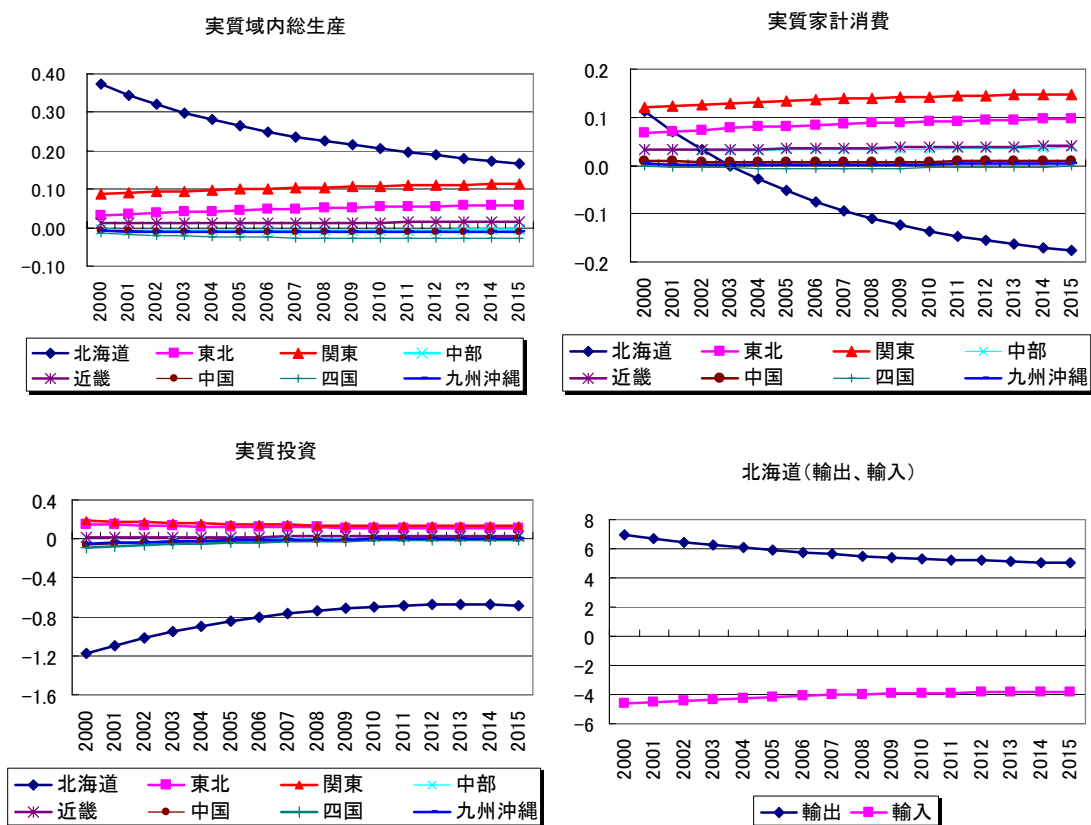
地域経済の活性化策の一つとして、地域間移動コストの低減が推奨されることがある。移動コストの発生源としては、運輸サービス部門と通信サービス部門が考えられる。本論文では、この二つの産業部門におけるイノベーションが、地域経済に与える影響について評価する。なお、イノベーションとは、それらの部門に対する投入量の低減をもたらす技術進歩としている。<sup>13</sup>

<sup>13</sup> ここでのイノベーションは、R&D 費用を含め一切の費用を必要としない「棚ぼた」として扱われている。ただ、イノベーションから得られる便益はモデルから計算され、投入する価値があるかどうかを見極める判断材料となる。

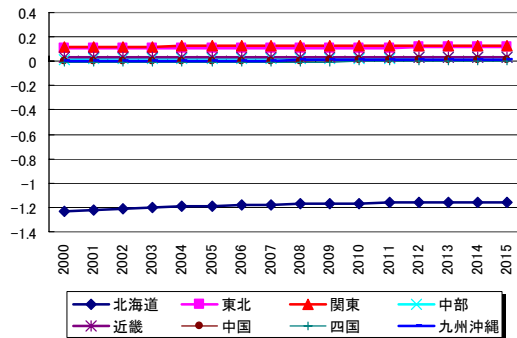
まず、2000年～2015年にかけて、北海道地域内および北海道と関東間の運輸サービスへの投入量が20%削減できる技術革新が生じたとき、各地域経済にどのような影響を与えるかシミュレーションする。技術進歩を特定の地域と地域間に限定したのは、技術進歩のスピルオーバー効果を際立たせるためである。

運輸サービスへの投入量の減少により、北海道における運輸サービスの生産は9%減少する。さらに、実質投資は前半では実質資本収益率の低下もあり減少する。それにも関わらず、域内総生産が増加するのは、輸出の増加と輸入の減少による。実質家計消費は、域内生産活動の上昇による所得の上昇により当初は増加するが、すぐに減少に転じる。興味深いのは、北海道と関東の運輸サービスコストの低下が、関東だけでなく、その中間に位置する東北の域内総生産、実質消費、実質投資を増加させる効果である。表9によれば、運輸サービスのイノベーションは、北海道地域の製造業の生産を増加させる効果の大きいことが分かる。

図9 運輸サービスにおけるイノベーション



実質賃金率



実質資本収益率

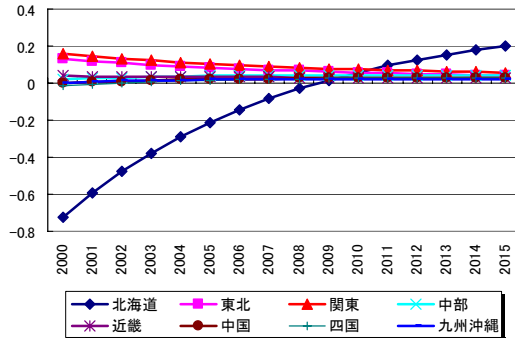


表9 運輸サービスにおけるイノベーションが産業構造に与える影響(2010年)

	北海道	東北	関東	中部	近畿	中国	四国	九州
農林水産業	0.82	0.08	0.11	0.05	0.04	0.03	0.03	0.04
石炭・原油・天然ガス・同製	1.76	-0.15	0.04	-0.01	0.01	0.00	-0.01	-0.02
食料品・たばこ・飲料	1.04	0.07	0.13	0.06	0.06	0.03	0.02	0.04
繊維	2.73	0.04	0.05	0.00	0.00	-0.02	0.01	0.00
木材・同製品・紙・パルプ	1.09	0.05	0.07	0.03	0.02	0.02	0.02	0.03
化学	1.42	0.00	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
金属	0.54	0.01	0.03	-0.01	0.00	-0.01	-0.01	-0.02
一般機械	1.49	0.01	0.01	-0.01	-0.02	-0.04	-0.05	-0.03
電気機械	1.42	-0.04	-0.01	-0.04	-0.03	-0.02	-0.10	-0.05
輸送機械	1.36	-0.01	0.01	-0.04	-0.05	-0.04	-0.07	-0.06
その他製造業	1.12	0.03	0.05	0.01	0.02	0.00	-0.01	0.00
建築・土木・住宅賃貸	-0.30	0.08	0.12	0.01	0.02	0.00	-0.01	0.00
公共事業	-0.09	0.03	0.05	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00
電力・ガス・熱供給	0.05	0.04	0.06	0.00	0.01	0.00	-0.01	-0.01
水道・廃棄物処理	0.06	0.04	0.06	0.01	0.01	0.00	-0.01	0.00
商業	0.51	0.03	0.04	0.01	0.01	0.00	0.01	0.01
金融・保険・不動産	-0.16	0.04	0.05	0.01	0.01	0.00	-0.01	-0.01
通信・放送	0.04	0.04	0.04	0.01	0.01	0.00	-0.01	0.00
運輸	-9.09	0.03	-0.16	0.00	-0.01	0.01	0.01	-0.01
公共サービス	0.00	0.03	0.05	0.00	0.01	0.00	-0.01	0.00
対事業所サービス	-0.33	0.04	0.03	0.00	0.00	-0.01	-0.01	-0.01
対個人サービス	0.67	0.06	0.09	0.04	0.04	0.01	0.00	0.02

#### 4. 5 通信サービスにおけるイノベーション

ここでは、2000年～2015年にかけて、北海道地域内および北海道と関東間の通信サービスへの投入量が20%削減できる技術革新が生じたとき、各地域経済にどのような影響を与えるか評価する。

通信サービスへの投入量の減少により、北海道における通信サービスの生産も9%減少する。運輸サービスと同じなのは、代替の弾力性が産業間で同じとなっていることによる可能性が高い。しかし、運輸サービスと異なり、北海道の実質投資、家計消費、域内総生産は標準解を上回る。輸出・輸入への影響は運輸サービスと比較すれば大幅に小さくなる。また、多地域へのスピルオーバーは小さい。はっきりと増加に転じているのは、関東地区

における実質投資程度である。表 10 によれば、通信サービスにおけるイノベーションの生産に与える効果は、運輸サービスと比較すれば小さいが、製造業だけでなくサービス産業の生産増にも寄与する。

図 10 通信サービスにおけるイノベーション効果

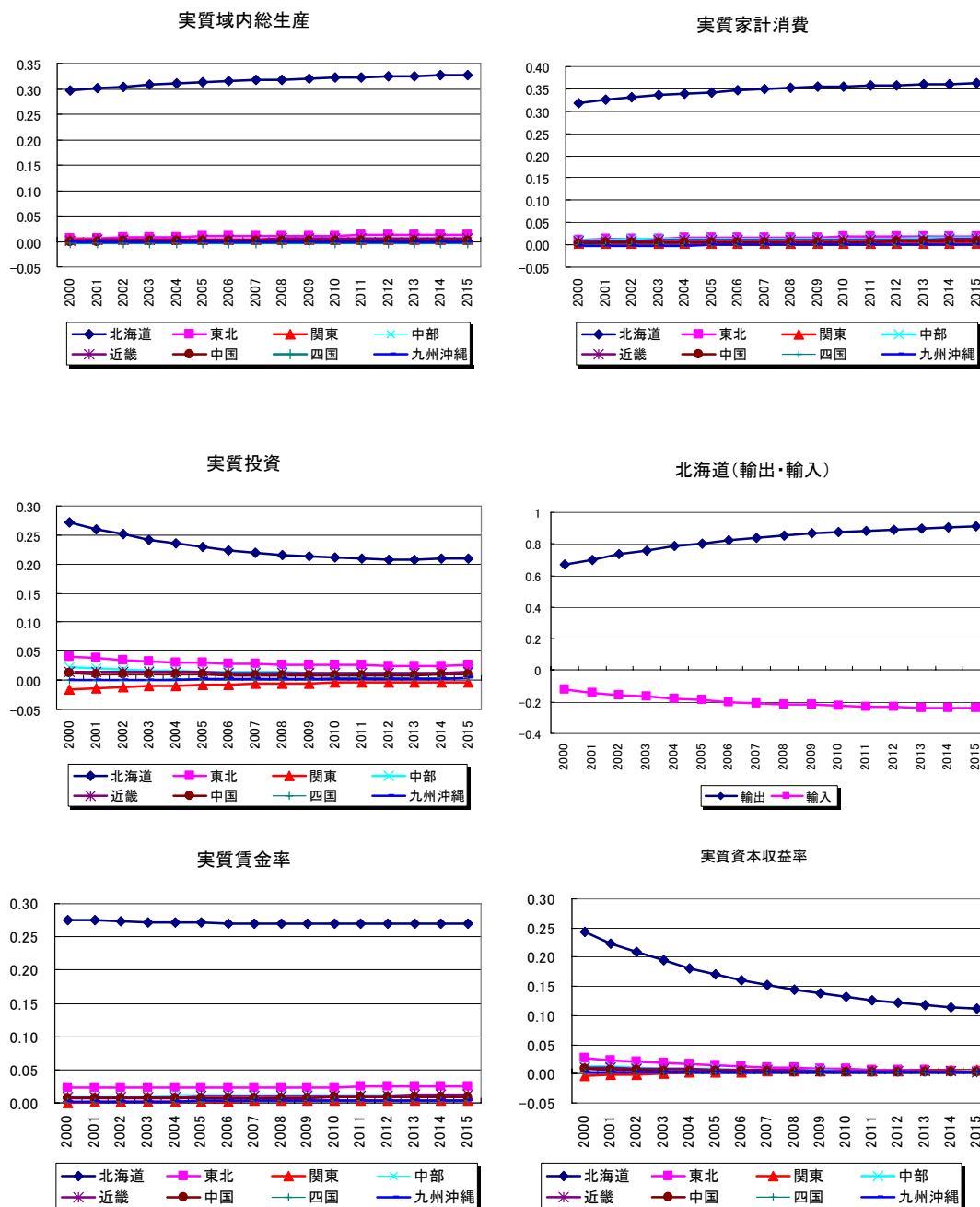


表 10 通信サービスにおけるイノベーションが産業構造に与える影響(2010年)

	北海道	東北	関東	中部	近畿	中国	四国	九州
農林水産業	0.17	0.02	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
石炭・原油・天然ガス・同製品	0.38	0.02	0.02	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00
食料品・たばこ・飲料	0.21	0.02	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.00
繊維	0.76	0.00	0.01	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00
木材・同製品・紙・パルプ	0.16	0.01	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00
化学	0.28	0.01	0.01	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00
金属	0.20	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
一般機械	0.31	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
電気機械	0.27	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	-0.01	0.00
輸送機械	0.30	0.01	0.01	0.00	0.00	0.01	-0.02	0.00
その他製造業	0.21	0.01	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00
建築・土木・住宅賃貸	0.24	0.02	0.00	0.01	0.01	0.01	0.00	0.00
公共事業	0.16	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
電力・ガス・熱供給	0.22	0.00	0.00	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00
水道・廃棄物処理	0.15	0.01	0.00	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00
商業	0.33	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.00	0.00
金融・保険・不動産	0.23	0.01	0.00	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00
通信・放送	-9.20	0.00	-0.18	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00
運輸	0.16	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
公共サービス	0.19	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
対事業所サービス	0.14	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
対個人サービス	0.30	0.01	0.00	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00

#### 4. 6 逐次動学モデル

これまでの動学シミュレーションは、最適成長モデルに基づいて貯蓄・投資を決定する Forward Looking モデルによるものであるが、ここでは貯蓄・投資を外生的にアド・ホックに決める逐次動学型 Backward Looking モデルによるシミュレーション結果と比較する。本論文で用いる逐次動学型 Backward Looking モデルでは、貯蓄率を外生的に一定としている。したがって、実質家計消費と実質投資の変化率は同じとなる。逐次動学型 Backward Looking モデルにおいては、貯蓄・投資の決定に最適性の視点はないが、動学的定常均衡の存在は必要でない。したがって、モデルのキーパラメータである効率単位で測った労働力人口の伸び率は、各年、各地域で同じである必要なく、自由に想定することができる。ただ、ここでのシミュレーションでは、Forward Looking モデルと同じく、初期時点で動学的均衡状態となるように家計消費と投資を調整し、各地域における効率単位で測った労働力人口の増加率を 2%で統一している。

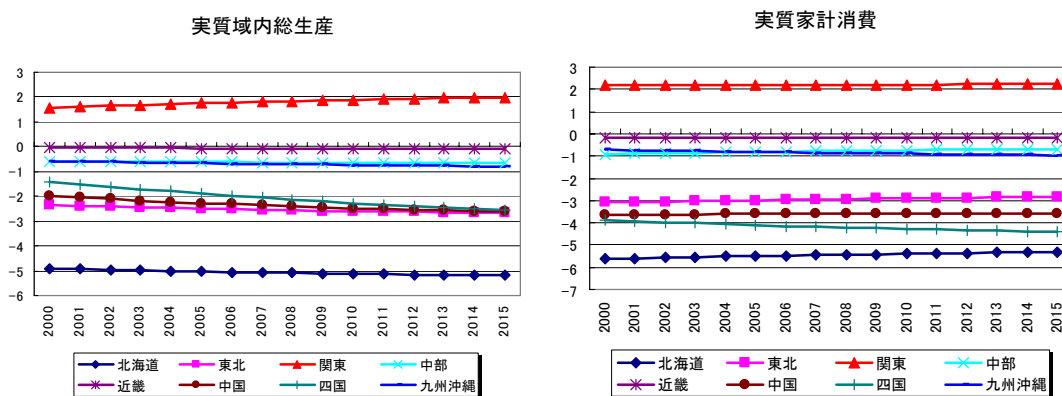
比較のために、4. 1の財政負担・便益是正で行われたシミュレーションを逐次動学モデルで行う。すなわち、モデルで外生変数とされる政府貯蓄を、北海道、東北、中国、四国、九州・沖縄の各地域で 5 千億円増加させ、関東地区で 2 兆 5 千億円減少させる。政府収入を所与とすれば、政府貯蓄の増加は政府支出の減少、政府貯蓄の減少は政府支出の増加となる。

政府貯蓄の変更は実質政府支出を変化させるが、その大きさは北海道 8.3%、東北 5.7%、中国 6.5%、四国 11.8%、九州・沖縄で 3.6%の減少、関東で 7.2%の増加となり、Forward Looking モデルと Backward Looking モデルの差はわずかである。それに対して、実質域

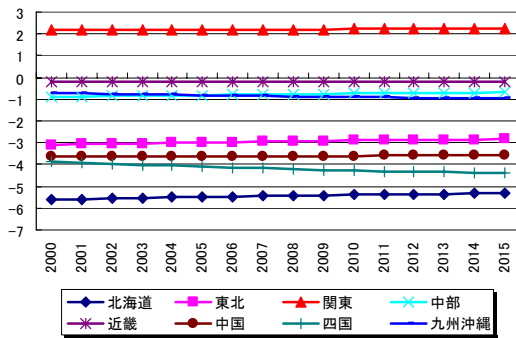
内総生産に与える影響は、北海道 4.9～5.2%、東北 2.4～2.7%、中国 2.0～2.6%、四国 1.4～2.6%、九州・沖縄 0.6～0.8%の減少、関東は 1.6～2%の増加となり、Backward Forward Looking モデルでは期間の始めで大きく減少するが、終端時点に近くなると Forward Looking モデルとの差は小さくなる。

域内支出項目について見れば、貯蓄率を一定としているため、実質家計消費と投資は同じ変化を示す。すなわち、北海道 5.6～5.3%、東北 3.1～2.8%、中国 3.6～3.6%、四国 3.9～4.4%、九州・沖縄 0.7～1.0%の減少、関東は 2.2%増加となる。Forward Looking モデルと Backward Looking モデルの差は、実質家計消費については実質域内総生産と同じであるが、実質投資の変化は、Forward Looking モデルが Backward Looking モデルよりも大きくなる。この現象は、実質資本収益率にも表れており、北海道 7.1～3.2%、東北 3.1～0.8%、中国 2.8～0.6%、四国 3.4～1.2%、九州・沖縄 1.0～0.6%の減少、関東は 2.0～0.6%の増加となる。すなわち、Backward Looking モデルでは投資が決まり、その結果として実質資本収益率が決まることで、実質資本収益率の反応が遅くなる。ただ、長期的には Backward Looking モデルにおいても、実質資本収益率に対する影響はゼロに向かって減衰傾向にあり、同時に、実質投資の変化についても、時間の経過とともに Forward Looking モデルと Backward Looking モデルの差は小さくなる。ただ、Backward Looking モデルの場合、将来に生じる変化を先取りするシミュレーションが出来ないことに注意が必要であろう。

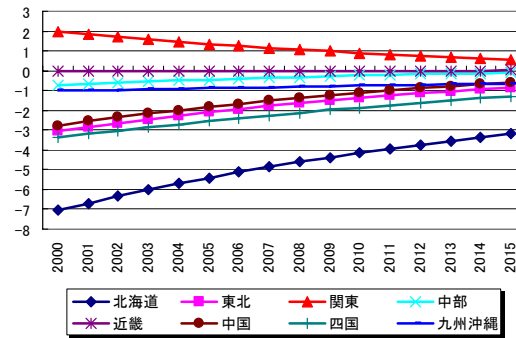
図 11 逐次動学モデルによる財政負担・便益是正評価



実質投資



実質資本収益率



## 5 おわりに

本論文では、8 地域 22 産業部門の日本経済の多地域動学応用一般均衡モデルを構築し、財政負担・便益格差の是正、労働力人口成長率の減少、企業減税、交通・通信技術におけるイノベーションなどが、各地域のマクロ経済や産業構造に与える影響を評価した。モデルのベンチマークデータセットは、平成 12 年試算地域間産業連関表をベースとする社会会計表に基づいて作成されている。その意味で、試算の根拠となる標準解は、実際に観測されたデータに基づいている。企業の生産活動、家計の消費と貯蓄・投資の決定は、多段 CES 型生産関数および効用関数から導出される方程式体系に基づいて行われる。ただ、生産関数や消費関数のパラメータとなる代替の弾力性値は、想定によるものである。その意味で、動学的応用一般均衡モデルは、現実のデータに基づくものの、理論モデルによる数値解シミュレーションと考えることができる。したがって、本論文のシミュレーション結果は、理論モデルとデータとともに、パラメータの想定値にも大きく依存する。その意味で、本論文で示された影響の大きさが、実際に生じるものと考えてはならない。当然、このような数値モデルの場合、モデルの感応度分析が重要となる。しかし、本論文は、モデルを広く公開することで、モデルの改良とパラメータの想定値の変更については、より多くの研究者の意見に基づいて行うことができると考えている。

モデルによる数値シミュレーションによれば、地域間の経済活動の密接な相互依存関係により、経済環境の変化の影響が、一地域にとどまらず、広く他地域にも及ぶことが示されている。さらに、時間的視野を持つ動学モデルであることから、時間的経過とともに影響が及ぶ。特に、貯蓄・投資が動学的最適成長モデルの枠組で決まる Forward Looking モデルによれば、将来の経済環境の変化が事前に予測されれば、その予測に基づいて経済環境の変化が生じる時点より前の経済活動に対しても大きな影響をもたらすことが確認できる。その意味で、現在の地域経済の動向は、将来の経済環境の変化を見据えた動きであるとの理解も重要となろう。

## 参考文献

- 新井園枝・尾形正之、2006、平成 12 年試算地域間産業連関表の概要、経済統計研究 34-3, 1-22.
- 川崎泰史・伴金美、2005、収穫逓増と独占的競争をとりいれた日本経済の応用一般均衡モデルの開発、内閣府経済社会総合研究所 DP Series No.146.
- 久武昌人・山崎清、2006、独占的競争を取り入れた多地域 CGE モデル、RIETI DP Series 06-J-046.
- 細江宣裕・我澤賢之・橋本日出男、2004、テキストブック 応用一般均衡モデリング プログラムからシミュレーションまで、東京大学出版会.
- Cretegny, L., M. Horridge, K. Pearson and T.F. Rutherford, 2004, Solving MPSGE Models Using GEMPACK, Mimeo.
- Hertel, T.W. ed., Global Trade Analysis: Modeling and Application, Cambridge University Press.
- Koopmans, T.C., 1947, Measurement without Theory, The Review of Economic Statistics 29, 161-172.
- Lau, M.I., A. Pahlke and T.F. Rutherford, 2002, Approximating Infinite-Horizon Models in a Complementarity Format: A Primer in Dynamic General Equilibrium Analysis, Journal of Economic Dynamics & Control 26, 577-609.
- Lucas, R.E., 1976, Econometric Policy Evaluation: A Critique, in The Phillips Curve and Labor markets, edited K. Brunner and A.H. Meltzer, North-Holland.
- Negishi, T., 1960, Welfare Economics and Existence of an Equilibrium for a Competitive Economy, Metroeconomica 12, 92-97.
- Nordhaus, W.D. and J. Boyer, 2000, Warming the World: Economic Models of Global Warming, The MIT Press.



Paltsev, S., 2004, Moving from Static to Dynamic General Equilibrium Economic Models (Notes for a Beginner in MPSGE), Mimeo. MIT.

Partridge, M.D. and D.S. Rickman, 1998, Regional Computable General Equilibrium Modeling: a Survey and Critical Appraisal, *International Regional Science Review* 21, 205-248.

Partridge, M.D. and D.S. Rickman, 2007, CGE Modeling for Regional Economic Development Analysis, the State of the Art in Regional and urban Modeling, ECOMOD Workshop, Seville, Spain.

Peter, M.W., M. Horridge, G.A. Megher, F. Naqvi and B.R. Parmenter, 1996, The Theoretical Structure of MONASH-MRF, Working Paper #OP-85, Centre of Policy Studies, Monash University

Rutherford, T.F., 1999, Applied General Equilibrium Modeling with MPSGE as a GAMS Subsystem: An Overview of the Modeling Framework and Syntax, *Computational Economics* 14, 1-46.

Shoven, J.B. and J. Whalley, 1984, Applied General-Equilibrium Models of Taxation and International Trade: An Introduction and Survey, *Journal of Economic Literature* 22, 1007-1051.

付録1 多地域動学的応用一般均衡モデルの GAMS プログラム

```
$title Forward Looking Dynamic Multiregional CGE Model for Japanese Economy
```

```
option solprint=off;
```

```
*=====
* Read data
*=====
```

```
set i(*) Sectors
     r(*) Regions;
```

```
alias (i, j), (r, s);
```

```
Parameters
```

```

y0(j, r)      Output,
yd0(j, r)     Output for domestic use,
ya0(j, r)     Armington aggregates,
ijs0(i, j, s, r) Intermediate inputs,
ij0(i, j, r)  Intermediate inputs,
labs0(j, s, r) Labor input inputs,
lab0(r)       Labor supply,
caps0(j, s, r) Capital inputs,
cap0(r)       Capital inputs,
tys0(j, s, r) Indirect tax on output,
ty0(j, r)     Indirect tax on output,
cps0(i, s, r) Private consumption,
cp0(r)        Private consumption,
cgs0(i, s, r) Government consumption,
cg0(r)        Government consumption,
igs0(i, s, r) Government capital formation,
ig0(r)        Government capital formation,
invs0(i, s, r) Private capital formation,
inv0(r)       Private capital formation,
ex0(i, r)     Exports,
im0(i, r)     Imports,
tm0(i, r)     Tariff
;

```

```
$gdxin DataI022x8
```

```
$load i, r, ijs0, labs0, caps0, tys0, cps0, cgs0, igs0, invs0, ex0, im0, tm0
```

```
y0(j, r) = sum((i, s), ijs0(i, j, s, r))
```

```

+ sum(s, labs0(j, s, r))+sum(s, caps0(j, s, r))
+ sum(s, tys0(j, s, r));

yd0(j, r) = y0(j, r) - ex0(j, r);
ya0(j, r) = yd0(j, r) - im0(j, r) - tm0(j, r);

ij0(i, j, r) = sum(s, ijs0(i, j, s, r));

cp0(r) = sum((i, s), cps0(i, s, r));
cg0(r) = sum((i, s), cgs0(i, s, r));
ig0(r) = sum((i, s), igs0(i, s, r));

inv0(r) = sum((i, s), invs0(i, s, r));

```

```

*=====
* Tax
*=====

```

```

parameter
  taxy0(j, r)    Output tax rate,
  taxl0(r)      labor income tax rate,
  taxk0(r)      Capital income tax rate,
  taxm0(j, r)   Tariff rate,
  py0(j, r)     Output price tax excluded,
  pl0(r)        Labor cost tax included,
  pk0(r)        Capital cost tax included,
  pm0(j, r)     Import price tax included
;

```

```

taxy0(j, r) = sum(s, tys0(j, s, r))/y0(j, r);
py0(j, r)   = 1 - taxy0(j, r);

```

```

taxl0(r) = 0.094910328;
taxk0(r) = 0.091341959;

```

```

labs0(j, s, r) = labs0(j, s, r)*(1-taxl0(s));
lab0(r)        = sum((j, s), labs0(j, r, s));
taxl0(r)       = taxl0(r)/(1-taxl0(r));
pl0(r)         = 1+taxl0(r);

```

```

caps0(j, s, r) = caps0(j, s, r)*(1-taxk0(s));
cap0(r)        = sum((j, s), caps0(j, r, s));
taxk0(r)       = taxk0(r)/(1-taxk0(r));
pk0(r)         = 1+taxk0(r);

```

```
taxm0(j,r)$im0(j,r) = tm0(j,r)/im0(j,r);
pm0(j,r) = 1 + taxm0(j,r);
```

```
*=====
* Basic parameter for dynamic model
*=====
```

```
scalar
  esubt0    Intertemporal elasticity of substitution    /0.5/
  depr0     Annual depreciation rate                    /0.04/
  r0        Benchmark interest rate                     /0.05/;
```

```
set
  t          Time periods                               /2000*2015/,
  t0(t)      First period of the model,
  t1(t)      Final period of the model;
```

```
t0(t) = yes$(ord(t) eq 1);
t1(t) = yes$(ord(t) eq card(t));
```

```
table gr0(*,*) Growth rate
      hok toh kan chb kin chg sik kyu
2000  2  2  2  2  2  2  2  2
2001  2  2  2  2  2  2  2  2
2002  2  2  2  2  2  2  2  2
2003  2  2  2  2  2  2  2  2
2004  2  2  2  2  2  2  2  2
2005  2  2  2  2  2  2  2  2
2006  2  2  2  2  2  2  2  2
2007  2  2  2  2  2  2  2  2
2008  2  2  2  2  2  2  2  2
2009  2  2  2  2  2  2  2  2
2010  2  2  2  2  2  2  2  2
2011  2  2  2  2  2  2  2  2
2012  2  2  2  2  2  2  2  2
2013  2  2  2  2  2  2  2  2
2014  2  2  2  2  2  2  2  2
2015  2  2  2  2  2  2  2  2
```

```
;
```

```
gr0(t,r)=gr0(t,r)/100;
```

```
parameter
  year(t)      Year
  qref(t,r)    Reference quantity path
```

```

    pref(t,r)      Reference path of present value prices;

year(t) = 2000 + (ord(t)-1);
qref(t,r) = 1;
loop(t, qref(t+1,r) = qref(t,r) * (1 + gr0(t,r)));
pref(t,r) = (1/(1+r0))**(ord(t)-1);

*=====
* Calibration of savings and investment to a steady-state
* equilibrium across all regions:
*=====

parameters
    rk0(r)      Price of capital service
    rktx0(r)    Price of capital service tax include
    pk0(r)      Benchmark capital price
    k0(r)       Base year capital
    kt0(r)      Terminal capital
    vk0(r)      Value of capital earnings
    vi0(r)      Value of investment on steady state
    vi00(r)     Value of investment observed
    lammda(r)   Scaling factor for Adjustment
    c0adj(r)    Increment in consumption for investment
    i0adj(r)    Increment in investment to match benchmark
    vtax(r)     Implicit tax;

rk0(r) = r0 + depr0;
rktx0(r) = rk0(r)*(1+taxk0(r));
pk0(r) = 1 + r0;

vk0(r) = cap0(r);
k0(r) = vk0(r)/rk0(r);

kt0(r) = k0(r);
loop(t, kt0(r) = kt0(r) * (1 + gr0(t,r)));

vi0(r) = (gr0("2000",r)+depr0)*k0(r);

vi00(r) = inv0(r);

i0adj(r) = max(0, vi0(r)-vi00(r));
c0adj(r) = max(0, vi00(r)-vi0(r));

* Investment is less than steady state -- move some of consumption
* demand into investment:

```

```

lammda(r) = i0adj(r)/sum((i,s),cps0(i,s,r)$invs0(i,s,r));
invs0(i,s,r) = invs0(i,s,r) + lammda(r)*cps0(i,s,r)$invs0(i,s,r);
cps0(i,s,r) = cps0(i,s,r) - lammda(r)*cps0(i,s,r)$invs0(i,s,r);

```

```

* Investment exceeds the steady state -- move some of the investment
* demand into consumption demand:

```

```

lammda(r) = c0adj(r)/sum((i,s),invs0(i,s,r)$cps0(i,s,r));
cps0(i,s,r) = cps0(i,s,r) + lammda(r)*invs0(i,s,r)$cps0(i,s,r);
invs0(i,s,r) = invs0(i,s,r) - lammda(r)*invs0(i,s,r)$cps0(i,s,r);

```

```

cp0(r) = sum((i,s),cps0(i,s,r));
inv0(r) = sum((i,s),invs0(i,s,r));

```

```

*=====
* Saving
*=====

```

Parameters

```

hsave0(r) Household saving
gsave0(r) Government saving
bop0(r) Balance of payment
trn0(*) Transfer between region
;

```

```

hsave0(r) = lab0(r)+cap0(r) - cp0(r);
gsave0(r) = sum((j,s),tys0(j,s,r))
           + lab0(r)*taxl0(r)+cap0(r)*taxk0(r)
           + sum(j,-tm0(j,r))
           - cg0(r) - ig0(r);
bop0(r) = sum(i,ex0(i,r)+im0(i,r));
trn0(r) = hsave0(r) + gsave0(r) - bop0(r) - inv0(r);
trn0("CheckSum") = sum(r,trn0(r));

```

```

set rnum(r) Numeraire region;

```

```

rnum(r) = yes$(cp0(r)=smax(s,cp0(s)));

```

```

*=====
* Dynamic parameters for simulations
*=====

```

Parameters

```

ijeff(t,i,j,s,r) Efficiency;

```

ijeff(t, i, j, s, r)=1.0;

```
*=====
*  MPSGE model
*=====
```

\$ontext

\$model:MRM\_jpn

\$sectors:

y(t, i, r)	! Production
ya(t, i, r)	! Armington aggregate
im(t, i, r)\$im0(i, r)	! Import
ex(t, i, r)\$ex0(i, r)	! Export
cp(t, r)	! Household consumption
cg(t, r)	! Government consumption
ig(t, r)	! Government capital formation
inv(t, r)	! Capital formation
k(t, r)	! Capital stock

\$commodities:

pd(t, i, r)	! Price of output for domestic use
pa(t, i, r)	! Price of armington aggregates
pm(t, i, r)\$im0(i, r)	! price of import
px(t, i, r)\$ex0(i, r)	! price of export
pcp(t, r)	! Price of consumption
pcg(t, r)	! Price of government consumption
pig(t, r)	! Price of government capital formation
pl(t, r)	! Wage rate
rk(t, r)	! Capital service cost
pk(t, r)	! Capital price
pkt(r)	! Capital price at the last period
pfx(t)	! price of foreign exchange

\$consumers:

ha(r)	! Household agent
gov(t, r)	! Government

\$auxiliary:

tk(r)	! Terminal capital
theta(r)	! Steady state share of capital stock
ta(r)	! Terminal asset

$\$prod:y(t, j, r) \$ex0(j, r) \quad t:2 \quad s:0.1 \quad va(s):1$   
 $o:pd(t, j, r) \quad q:yd0(j, r) \quad p:py0(j, r) \quad a:gov(t, r) \quad t:taxy0(j, r)$   
 $o:px(t, j, r) \quad q:ex0(j, r) \quad p:py0(j, r) \quad a:gov(t, r) \quad t:taxy0(j, r)$   
 $i:pa(t, i, s) \quad q:(ijs0(i, j, s, r)*ijeff(t, i, j, s, r)) \quad p:(1/ijeff(t, i, j, s, r))$   
 $i:pl(t, s) \quad q:labs0(j, s, r) \quad p:pl0(s) \quad a:gov(t, s) \quad t:taxl0(s) \quad va:$   
 $i:rk(t, s) \quad q:(caps0(j, s, r)/rk0(s)) \quad p:rktx0(s) \quad a:gov(t, s) \quad t:taxk0(s) \quad va:$

$\$prod:y(t, j, r) \$ (not \ ex0(j, r)) \quad s:0.1 \quad va(s):1$   
 $o:pd(t, j, r) \quad q:y0(j, r) \quad p:py0(j, r) \quad a:gov(t, r) \quad t:taxy0(j, r)$   
 $i:pa(t, i, s) \quad q:(ijs0(i, j, s, r)*ijeff(t, i, j, s, r)) \quad p:(1/ijeff(t, i, j, s, r))$   
 $i:pl(t, s) \quad q:labs0(j, s, r) \quad p:pl0(s) \quad a:gov(t, s) \quad t:taxl0(s) \quad va:$   
 $i:rk(t, s) \quad q:(caps0(j, s, r)/rk0(s)) \quad p:rktx0(s) \quad a:gov(t, s) \quad t:taxk0(s) \quad va:$

$\$prod:ya(t, j, r) \quad s:2$   
 $o:pa(t, j, r) \quad q:ya0(j, r)$   
 $i:pd(t, j, r) \quad q:yd0(j, r)$   
 $i:pm(t, j, r) \quad q:(-im0(j, r)-tm0(j, r))$

$\$prod:im(t, i, r) \$im0(i, r)$   
 $o:pm(t, i, r) \quad q:(-im0(i, r)-tm0(i, r))$   
 $i:px(t) \quad q:(-im0(i, r)) \quad p:pm0(i, r) \quad a:gov(t, r) \quad t:taxm0(i, r)$

$\$prod:ex(t, i, r) \$ex0(i, r)$   
 $o:px(t) \quad q:ex0(i, r)$   
 $i:px(t, i, r) \quad q:ex0(i, r)$

$\$prod:cp(t, r) \quad s:0.5$   
 $o:pcp(t, r) \quad q:cp0(r)$   
 $i:pa(t, i, s) \quad q:cps0(i, s, r)$

$\$prod:cg(t, r) \quad s:0$   
 $o:pcg(t, r) \quad q:cg0(r)$   
 $i:pa(t, i, s) \quad q:cgs0(i, s, r)$

$\$prod:ig(t, r) \quad s:0$   
 $o:pig(t, r) \quad q:ig0(r)$   
 $i:pa(t, i, s) \quad q:igs0(i, s, r)$

$\$prod:inv(t, r) \quad s:0.5$   
 $o:pkt(r) \$t1(t) \quad q:inv0(r)$   
 $o:pk(t+1, r) \quad q:inv0(r)$   
 $i:pa(t, i, s) \quad q:invs0(i, s, r)$

$\$prod:k(t, r)$   
 $o:pkt(r) \$t1(t) \quad q:((1-depr0)*k0(r))$



```

o:pk(t+1,r)    q:((1-depr0)*k0(r))
o:rk(t,r)      q:k0(r)
i:pk(t,r)      q:k0(r)

$demand:ha(r)  s:esubt0
d:pcp(t,r)     q:(cp0(r)*qref(t,r))    p:pref(t,r)
e:pl(t,r)      q:(lab0(r)*qref(t,r))
e:pk(t0,r)     q:k0(r)
e:pkt(r)       q:(-1)                r:tk(r)
e:pcp(t1,rnum) q:(-1)                r:ta(r)
e:pcg(t,r)     q:(gsave0(r)*qref(t,r))
e:px(t)        q:(-bop0(r)*qref(t,r))
e:pcp(t,rnum)  q:(-trn0(r)*qref(t,r))

$demand:gov(t,r)
d:pcg(t,r)     q:(cg0(r)*qref(t,r))    p:pref(t,r)
d:pig(t,r)     q:(ig0(r)*qref(t,r))    p:pref(t,r)
e:pcg(t,r)     q:(-gsave0(r)*qref(t,r))

$constraint:tk(r)
sum(t$t1(t+1), cp(t,r)*inv(t+1,r)-cp(t+1,r)*inv(t,r)) =e= 0;

$constraint:theta(r)
theta(r) * sum((t1,s), cp(t1,s)*pcp(t1,s)*cp0(s)
               -pl(t1,s)*lab0(s)*qref(t1,s)
               -pcg(t1,s)*gsave0(s)*qref(t1,s)
               -px(t1)*(-bop0(s))*qref(t1,s)
               -sum(rnum,pcp(t1,rnum))*(-trn0(s)*qref(t1,s)))
=e= sum(t1, cp(t1,r)*pcp(t1,r)*cp0(r)
        -pl(t1,r)*lab0(r)*qref(t1,r)
        -pcg(t1,r)*gsave0(r)*qref(t1,r)
        -px(t1)*(-bop0(r))*qref(t1,r)
        -sum(rnum,pcp(t1,rnum))*(-trn0(r)*qref(t1,r)));

$constraint:ta(r)
sum((t1,rnum), pcp(t1,rnum))*ta(r) =e=
theta(r) * sum(s, pkt(s)*tk(s))-pkt(r)*tk(r);

$report:
v:qd(t,i,r)    o:pd(t,i,r)    prod:y(t,i,r)
v:qex(t,i,r)   o:px(t,i,r)    prod:y(t,i,r)
v:ql(t,i,s,r)  i:pl(t,s)      prod:y(t,i,r)
v:qk(t,i,s,r)  i:rk(t,s)      prod:y(t,i,r)
v:qcp(t,r)     o:pcp(t,r)     prod:cp(t,r)
v:qcg(t,r)     o:pcg(t,r)     prod:cg(t,r)
v:qig(t,r)     o:pig(t,r)     prod:ig(t,r)

```

```

v:qinv(t, i, r)   i:pa(t, i, r)   prod:inv(t, r)
v:qim(t, i, r)   o:pm(t, i, r)   prod:im(t, i, r)

```

\$offtext

\$sysinclude mpsgeset MRM\_jpn

```

*=====
*   Standard solution:
*=====

```

```

y.l(t, i, r) = qref(t, r);
ya.l(t, i, r) = qref(t, r);
im.l(t, i, r) = qref(t, r);
ex.l(t, i, r) = qref(t, r);
cp.l(t, r) = qref(t, r);
cg.l(t, r) = qref(t, r);
ig.l(t, r) = qref(t, r);
inv.l(t, r) = qref(t, r);
k.l(t, r) = qref(t, r);

```

```

pd.l(t, i, r) = pref(t, r);
pa.l(t, i, r) = pref(t, r);
pm.l(t, i, r) = pref(t, r);
px.l(t, i, r) = pref(t, r);
pcp.l(t, r) = pref(t, r);
pcg.l(t, r) = pref(t, r);
pig.l(t, r) = pref(t, r);
pl.l(t, r) = pref(t, r);
rk.l(t, r) = rk0(r)*pref(t, r);
pfx.l(t) = sum(rnum, pref(t, rnum));

```

```

pk.l(t, r) = pk0(r)*pref(t, r);
pkt.l(r) = sum(tl, pk.l(tl, r)/(1+r0));

```

```

ta.lo(r) = -inf;

```

```

theta.l(r) = sum(tl, cp.l(tl, r)*pcp.l(tl, r)*cp0(r)
              -pl.l(tl, r)*lab0(r)*qref(tl, r)
              -pcg.l(tl, r)*gsave0(r)*qref(tl, r)
              -pfx.l(tl)*(-bop0(r))*qref(tl, r)
              -pcp.l(tl, "kan")*(-trn0(r)*qref(tl, r)))/
sum((tl, s), cp.l(tl, s)*pcp.l(tl, s)*cp0(s)
        -pl.l(tl, s)*lab0(s)*qref(tl, s)
        -pcg.l(tl, s)*gsave0(s)*qref(tl, s)

```

```

        -pfx.l(tl)*(-bop0(s))*qref(tl,s)
        -pcp.l(tl,"kan")*(-trn0(s)*qref(tl,s));

tk.l(r)   = sum(tl,k0(r)*qref(tl,r)*(1+gr0(tl,r)));

ta.l(r)   = (theta.l(r)*sum(s,pkt.l(s)*tk.l(s))-pkt.l(r)*tk.l(r))/
            (sum((tl,rnum),pcp.l(tl,rnum)));

MRM_jpn.workspace = 64;
MRM_jpn.iterlim=1000;
MRM_jpn.reslim =1000;
$include MRM_jpn.gen
solve MRM_jpn using mcp;

*=====
* Counter factual solution
*=====

gsave0("hok")=gsave0("hok")+500;
gsave0("toh")=gsave0("toh")+500;
gsave0("kan")=gsave0("kan")-2500;
gsave0("chg")=gsave0("chg")+500;
gsave0("sik")=gsave0("sik")+500;
gsave0("kyu")=gsave0("kyu")+500;
trn0(r)      = hsave0(r) + gsave0(r) - bop0(r) - inv0(r);
trn0("CheckSum") = sum(r,trn0(r));

$include MRM_jpn.gen
solve MRM_jpn using mcp;

```

付録2 多地域逐次動学型応用一般均衡モデルの GAMS プログラム

```
$title Recursive Dynamic Multiregional CGE Model for Japanese Economy
```

```
option solprint=off;
```

```
*=====
* Read data
*=====
```

```
set i(*) Sectors
    r(*) Regions;
```

```
alias (i, j), (r, s);
```

Parameters

```
y0(j, r)      Output,
yd0(j, r)     Output for domestic use,
ya0(j, r)     Armington aggregates,
ijs0(i, j, s, r) Intermediate inputs,
labs0(j, s, r) Labor input inputs,
lab0(r)       Labor supply,
caps0(j, s, r) Capital inputs,
cap0(r)       Capital supply,
tys0(j, s, r) Indirect tax on output,
ty0(j, r)     Indirect tax on output,
cps0(i, s, r) Private consumption,
cp0(r)        Private consumption,
cgs0(i, s, r) Government consumption,
cg0(r)        Government consumption,
igs0(i, s, r) Government capital formation,
ig0(r)        Government capital formation,
invs0(i, s, r) Private capital formation,
inv0(r)       Private capital formation,
ex0(i, r)     Exports,
im0(i, r)     Imports,
tm0(i, r)     Tariff
```

```
;
```

```
$gdxin DataI022x8
```

```
$load i, r, ijs0, labs0, caps0, tys0, cps0, cgs0, igs0, invs0, ex0, im0, tm0
```

```
y0(j, r) = sum((i, s), ijs0(i, j, s, r))
          + sum(s, labs0(j, s, r)) + sum(s, caps0(j, s, r))
          + sum(s, tys0(j, s, r));
```

$y_d0(j, r) = y0(j, r) - ex0(j, r);$   
 $ya0(j, r) = y_d0(j, r) - im0(j, r) - tm0(j, r);$

$cp0(r) = \text{sum}((i, s), cps0(i, s, r));$   
 $cg0(r) = \text{sum}((i, s), cgs0(i, s, r));$   
 $ig0(r) = \text{sum}((i, s), igs0(i, s, r));$

$inv0(r) = \text{sum}((i, s), invs0(i, s, r));$

\*=====  
 \* Tax  
 \*=====

parameter  
   taxy0(j, r)    Output tax rate,  
   taxl0(r)      labor income tax rate,  
   taxk0(r)      Capital income tax rate,  
   taxm0(j, r)    Tariff rate,  
   py0(j, r)     Output price tax excluded,  
   pl0(r)        Labor cost tax included,  
   pk0(r)        Capital cost tax included,  
   pm0(j, r)     Import price tax included  
 ;

$taxy0(j, r) = \text{sum}(s, tys0(j, s, r))/y0(j, r);$   
 $py0(j, r) = 1 - taxy0(j, r);$

$taxl0(r) = 0.094910328;$   
 $taxk0(r) = 0.091341959;$

$labs0(j, s, r) = labs0(j, s, r)*(1-taxl0(s));$   
 $lab0(r) = \text{sum}((j, s), labs0(j, r, s));$   
 $taxl0(r) = taxl0(r)/(1-taxl0(r));$   
 $pl0(r) = 1+taxl0(r);$

$caps0(j, s, r) = caps0(j, s, r)*(1-taxk0(s));$   
 $cap0(r) = \text{sum}((j, s), caps0(j, r, s));$   
 $taxk0(r) = taxk0(r)/(1-taxk0(r));$   
 $pk0(r) = 1+taxk0(r);$

$taxm0(j, r) = tm0(j, r)/im0(j, r);$   
 $pm0(j, r) = 1 + taxm0(j, r);$

\*=====

\* Parameter for dynamic model

\*=====

scalar

esubt0	Intertemporal elasticity of substitution	/0.5/
depr0	Annual depreciation rate	/0.04/
r0	Benchmark interest rate	/0.05/;

set

t	Time periods	/2000*2015/,
t0(t)	First period of the model,	
t1(t)	Final period of the model;	

t0(t) = yes\$(ord(t) eq 1);

t1(t) = yes\$(ord(t) eq card(t));

table gr0(\*,\*) Growth rate

	hok	toh	kan	chb	kin	chg	sik	kyu
2000	2	2	2	2	2	2	2	2
2001	2	2	2	2	2	2	2	2
2002	2	2	2	2	2	2	2	2
2003	2	2	2	2	2	2	2	2
2004	2	2	2	2	2	2	2	2
2005	2	2	2	2	2	2	2	2
2006	2	2	2	2	2	2	2	2
2007	2	2	2	2	2	2	2	2
2008	2	2	2	2	2	2	2	2
2009	2	2	2	2	2	2	2	2
2010	2	2	2	2	2	2	2	2
2011	2	2	2	2	2	2	2	2
2012	2	2	2	2	2	2	2	2
2013	2	2	2	2	2	2	2	2
2014	2	2	2	2	2	2	2	2
2015	2	2	2	2	2	2	2	2

;

gr0(t,r)=gr0(t,r)/100;

parameter

year(t)	Year
qref(t,r)	Reference quantity path
pref(t,r)	Reference path of present value prices;

year(t) = 2000 + (ord(t)-1);

qref(t,r) = 1;

```

loop(t, qref(t+1,r) = qref(t,r) * (1 + gr0(t,r)));
pref(t,r) = (1/(1+r0))**(ord(t)-1);

```

```

*=====
* Calibration of savings and investment to a steady-state
* equilibrium across all regions:
*=====

```

parameters

```

rk0(r)      Price of capital service
rktx0(r)    Price of capital service tax include
pk0(r)      Benchmark capital price
k0(r)       Base year capital
vk0(r)      Value of capital earnings
vi0(r)      Value of investment on steady state
vi00(r)     Value of investment observed
lammda(r)   Scaling factor for Adjustmnet
c0adj(r)    Increment in consumption for investment
i0adj(r)    Increment in investment to match benchmark
vtax(r)     Implicit tax;

```

```

rk0(r) = r0 + depr0;
rktx0(r) = rk0(r)*(1+taxk0(r));
pk0(r) = 1 + r0;

```

```

vk0(r) = sum((j,s), caps0(j,r,s));
k0(r) = vk0(r)/rk0(r);

```

```

vi0(r) = (gr0("2000",r)+depr0)*k0(r);

```

```

vi00(r) = inv0(r);

```

```

i0adj(r) = max(0, vi0(r)-vi00(r));
c0adj(r) = max(0, vi00(r)-vi0(r));

```

```

* Investment is less than steady state -- move some of consumption
* demand into investment:

```

```

lammda(r) = i0adj(r)/sum((i,s), cps0(i,s,r)$invs0(i,s,r));
invs0(i,s,r) = invs0(i,s,r) + lammda(r)*cps0(i,s,r)$invs0(i,s,r);
cps0(i,s,r) = cps0(i,s,r) - lammda(r)*cps0(i,s,r)$invs0(i,s,r);

```

```

* Investment exceeds the steady state -- move some of the investment
* demand into consumption demand:

```

```

lammda(r) = c0adj(r)/sum((i,s),invs0(i,s,r)$cps0(i,s,r));
cps0(i,s,r) = cps0(i,s,r) + lammda(r)*invs0(i,s,r)$cps0(i,s,r);
invs0(i,s,r) = invs0(i,s,r) - lammda(r)*invs0(i,s,r)$cps0(i,s,r);

```

```

cp0(r) = sum((i,s),cps0(i,s,r));
inv0(r) = sum((i,s),invs0(i,s,r));

```

```

*=====
* Saving
*=====

```

Parameters

```

hsave0(r) Household saving
gsave0(r) Government saving
bop0(r) Balance of payment
trn0(*) Transfer between region

```

;

```

hsave0(r) = lab0(r) + cap0(r) -cp0(r);
gsave0(r) = sum((j,s),tys0(j,s,r))
           + lab0(r)*taxl0(r)+cap0(r)*taxk0(r)
           + sum(j,-tm0(j,r))
           - cg0(r) - ig0(r);
bop0(r) = sum(i,ex0(i,r)+im0(i,r));
trn0(r) = hsave0(r) + gsave0(r) - bop0(r) - inv0(r);
trn0("CheckSum") = sum(r,trn0(r));

```

```

set rnum(r) Numeraire region;

```

```

rnum(r) = yes$(cp0(r)=smax(s,cp0(s)));

```

parameter

```

lab00(r)
k00(r)
gsave00(r)
bop00(r)
trn00(r);

```

```

lab00(r) = lab0(r);
k00(r) = k0(r);
gsave00(r) = gsave0(r);
bop00(r) = bop0(r);
trn00(r) = trn0(r);

```

```

*=====

```



\* MPSGE model

\*=====

\$ontext

\$model:MRR\_jpn

\$sectors:

y(i,r) ! Production  
ya(i,r) ! Armington aggregate  
im(i,r)\$im0(i,r) ! Import  
ex(i,r)\$ex0(i,r) ! Export  
cp(r) ! Household consumption  
cg(r) ! Government capital formation  
ig(r) ! Government capital formation  
inv(r) ! Private capital formation

\$commodities:

pd(i,r) ! Price of output for domestic use  
pa(i,r) ! Price of armington aggregates  
pm(i,r)\$im0(i,r) ! price of import  
px(i,r)\$ex0(i,r) ! price of export  
pcp(r) ! Price of consumption  
pcg(r) ! Price of government consumption  
pig(r) ! Price of government capital formation  
pinv(r) ! Price of investment  
pl(r) ! Wage rate  
rk(r) ! Capital service cost  
pfx ! price of foreign exchange

\$consumers:

ha(r) ! Household agent  
gov(r) ! Government

\$prod:y(j,r)\$ex0(j,r) t:2 s:0.1 va(s):1

o:pd(j,r) q:yd0(j,r) p:py0(j,r) a:gov(r) t:taxy0(j,r)  
o:px(j,r) q:ex0(j,r) p:py0(j,r) a:gov(r) t:taxy0(j,r)  
i:pa(i,s) q:ijs0(i,j,s,r)  
i:pl(s) q:labs0(j,s,r) p:pl0(s) a:gov(s) t:taxl0(s) va:  
i:rk(s) q:(caps0(j,s,r)/rk0(s)) p:rktx0(s) a:gov(s) t:taxk0(s) va:

\$prod:y(j,r)\$(not ex0(j,r)) s:0.1 va(s):1

o:pd(j,r) q:y0(j,r) p:py0(j,r) a:gov(r) t:taxy0(j,r)  
i:pa(i,s) q:ijs0(i,j,s,r)  
i:pl(s) q:labs0(j,s,r) p:pl0(s) a:gov(s) t:taxl0(s) va:

$i:rk(s)$                      $q:(caps0(j, s, r)/rk0(s))$     $p:rktx0(s)$     $a:gov(s)$     $t:taxk0(s)$     $va:$

$\$prod:ya(j, r)$      $s:2$   
 $o:pa(j, r)$              $q:ya0(j, r)$   
 $i:pd(j, r)$              $q:yd0(j, r)$   
 $i:pm(j, r)$              $q:(-im0(j, r)-tm0(j, r))$

$\$prod:im(i, r)\$im0(i, r)$   
 $o:pm(i, r)$              $q:(-im0(i, r)-tm0(i, r))$   
 $i:px$                      $q:(-im0(i, r))$              $p:pm0(i, r)$              $a:gov(r)$     $t:taxm0(i, r)$

$\$prod:ex(i, r)\$ex0(i, r)$   
 $o:px$                      $q:ex0(i, r)$   
 $i:px(i, r)$              $q:ex0(i, r)$

$\$prod:cp(r)$      $s:0.5$   
 $o:pcp(r)$              $q:cp0(r)$   
 $i:pa(i, s)$              $q:cps0(i, s, r)$

$\$prod:cg(r)$      $s:0$   
 $o:pcg(r)$              $q:cg0(r)$   
 $i:pa(i, s)$              $q:cgs0(i, s, r)$

$\$prod:ig(r)$      $s:0$   
 $o:pig(r)$              $q:ig0(r)$   
 $i:pa(i, s)$              $q:igs0(i, s, r)$

$\$prod:inv(r)$     $s:0.5$   
 $o:pinv(r)$              $q:inv0(r)$   
 $i:pa(i, s)$              $q:invs0(i, s, r)$

$\$demand:ha(r)$   
 $d:pcp(r)$              $q:cp0(r)$   
 $d:pinv(r)$              $q:inv0(r)$   
 $e:pl(r)$                $q:lab0(r)$   
 $e:rk(r)$                $q:k0(r)$   
 $e:pcg(r)$              $q:gsave0(r)$   
 $e:px$                      $q:(-bop0(r))$   
 $e:pcp(rnum)$          $q:(-trn0(r))$

$\$demand:gov(r)$   
 $d:pcg(r)$              $q:cg0(r)$   
 $d:pig(r)$              $q:ig0(r)$   
 $e:pcg(r)$              $q:(-gsave0(r))$

```

$report:
v:qd(i, r)      o:pd(i, r)   prod:y(i, r)
v:qex(i, r)     o:px(i, r)   prod:y(i, r)
v:ql(i, s, r)   i:pl(s)      prod:y(i, r)
v:qk(i, s, r)   i:rk(s)      prod:y(i, r)
v:qcp(r)        o:pcp(r)     prod:cp(r)
v:qcg(r)        o:pcg(r)     prod:cg(r)
v:qig(r)        o:pig(r)     prod:ig(r)
v:qinv(r)       o:pinv(r)    prod:inv(r)
v:qim(i, r)     o:pm(i, r)   prod:im(i, r)

```

```
$offtext
```

```
$sysinclude mpsgeset MRM_jpn
```

```
parameters
```

```

repl(*, *, *, *)
rep_qd(*, *, *, *)
rep_pd(*, *, *, *);

```

```

*=====
* Recursive solution:
*=====

```

```
loop(t,
```

```

y.l(i, r) = qref(t, r);
ya.l(i, r)$im0(i, r) = qref(t, r);
im.l(i, r)$ex0(i, r) = qref(t, r);
ex.l(i, r) = qref(t, r);
cp.l(r) = qref(t, r);
cg.l(r) = qref(t, r);
ig.l(r) = qref(t, r);
inv.l(r) = qref(t, r);

```

```

pd.l(i, r) = pref(t, r);
pa.l(i, r) = pref(t, r);
pm.l(i, r)$im0(i, r) = pref(t, r);
px.l(i, r)$ex0(i, r) = pref(t, r);
pcp.l(r) = pref(t, r);
pcg.l(r) = pref(t, r);
pig.l(r) = pref(t, r);
pinv.l(r) = pref(t, r);
pl.l(r) = pref(t, r);
rk.l(r) = rk0(r)*pref(t, r);

```

```

    pfx.l      = sum(rnum, pref(t, rnum));

display hsave0, gsave0, bop0, trn0;

MRM_jpn.iterlim=1000;
MRM_jpn.workspace=24;
$include MRM_jpn.gen
solve MRM_jpn using mcp;

k0(r)=(1-depr0)*k0(r)+qinv.l(r);
lab0(r)=lab0(r)*(1+gr0(t,r));

gsave0(r)=gsave0(r)*(1+gr0(t,r));
bop0(r)  =bop0(r)*(1+gr0(t,r));
trn0(r)  =trn0(r)*(1+gr0(t,r));

);

*=====
* Counter factual solution
*=====

k0(r)      = k00(r);
lab0(r)    = lab00(r);
gsave0(r)  = gsave00(r);
bop0(r)    = bop00(r);
trn0(r)    = trn00(r);

loop(t,

    y.l(i,r) = qref(t,r);
    ya.l(i,r) = qref(t,r);
    im.l(i,r)$im0(i,r) = qref(t,r);
    ex.l(i,r)$ex0(i,r) = qref(t,r);
    cp.l(r)   = qref(t,r);
    cg.l(r)   = qref(t,r);
    ig.l(r)   = qref(t,r);
    inv.l(r)  = qref(t,r);

    pd.l(i,r) = pref(t,r);
    pa.l(i,r) = pref(t,r);
    pm.l(i,r)$im0(i,r) = pref(t,r);
    px.l(i,r)$ex0(i,r) = pref(t,r);

```

```

pcp.l(r) = pref(t,r);
pcg.l(r) = pref(t,r);
pig.l(r) = pref(t,r);
pinv.l(r) = pref(t,r);
pl.l(r) = pref(t,r);
rk.l(r) = rk0(r)*pref(t,r);
pfx.l = sum(rnum,pref(t,rnum));

if(year(t) = 2000,

gsave0("hok")=gsave0("hok")+500;
gsave0("toh")=gsave0("toh")+500;
gsave0("kan")=gsave0("kan")-2500;
gsave0("chg")=gsave0("chg")+500;
gsave0("sik")=gsave0("sik")+500;
gsave0("kyu")=gsave0("kyu")+500;

trn0(r) = hsave0(r) + gsave0(r) - bop0(r) - inv0(r);
trn0("CheckSum") = sum(r,trn0(r));

);

$include MRM_jpn.gen
solve MRM_jpn using mcp;

k0(r)=(1-depr0)*k0(r)+qinv.l(r);
lab0(r)=lab0(r)*(1+gr0(t,r));

gsave0(r)=gsave0(r)*(1+gr0(t,r));
bop0(r) =bop0(r)*(1+gr0(t,r));
trn0(r) =trn0(r)*(1+gr0(t,r));

);

```