

交通プロジェクト評価の現状と課題を踏まえた  
帰着便益計測手法に関する研究

2005年9月

佐藤徹治

# 目次

第1章 序論	1
1-1 研究の背景と目的	1
1-2 論文の構成	7
第1章の参考文献	8
第2章 交通プロジェクト評価の現状と課題	9
2-1 はじめに	9
2-2 伝統的MD分析の概要と課題	10
2-3 応用一般均衡モデルとマクロ計量経済モデル	12
2-3-1 理論的特徴比較	12
2-3-2 実証分析に関する比較	18
2-3-3 国民経済レベルでのシミュレーション比較	19
2-3-4 各手法の課題	30
2-4 まとめ	31
第2章の参考文献	33
第3章 発生便益を用いた帰着便益の簡易計測手法	35
3-1 はじめに	35
3-2 発生便益を用いた帰着便益の導出	36
3-3 多地域便益帰着構成表	45
3-4 便益の実質化	47
3-5 実証分析の例	52
3-6 交通政策への活用方法	60
3-7 まとめ	62
第3章の参考文献	63

第4章	マクロ計量経済モデルによる便益計測	65
4-1	はじめに	65
4-2	交通施設整備の効果計測を目的とした一般的なマクロ計量経済モデル	66
4-3	交通利用者便益との整合を考慮したマクロ計量経済モデル	72
4-4	マクロ計量経済モデルのアウトプットを用いた帰着便益の導出	75
4-5	実証分析の例	79
4-6	交通政策への活用方法	96
4-7	まとめ	98
	第4章の参考文献	99
第5章	労働と資本の不均衡的蓄積を考慮した動学的応用一般均衡モデル	101
5-1	はじめに	101
5-2	交通施設整備の効果計測を目的とした一般的な応用一般均衡モデル	102
5-3	不均衡理論の研究動向	108
5-4	労働と資本の不均衡的蓄積を考慮した動学的応用一般均衡モデルの開発	111
5-5	実証分析の例	113
5-6	交通政策への活用方法	132
5-7	まとめ	134
	第5章の参考文献	135
第6章	結論	137
6-1	研究の成果	137
6-2	今後のプロジェクト評価のあり方	140

## 第1章 序論

### 1-1 研究の背景と目的

日本では1991年4月のバブル崩壊以降、景気停滞、低成長経済が長期に及ぶ中、中央政府や多くの地方自治体が財政赤字に陥り、公的債務残高が累積的に増加するようになった。2005年3月末時点の公的債務残高（国、地方合計）は740兆円程度に達したと想定され<sup>1)</sup>、これはGDPの約1.48倍に及ぶ。このような状況下で無駄な公共投資、特に地方部の高速道路、新幹線、港湾、空港等の交通社会資本整備への批判が高まっている。日本道路公団によって全国料金プール制で整備が進められている高速道路については、2002年6月に内閣総理大臣の下に道路関係4公団民営化推進委員会が設置され、同年12月に公団の分割民営化と採算性の見込めない新規路線建設に歯止めをかける旨の答申が提出された。今後は、2006年をピークに総人口が減少に転じ、少子高齢化が進展していく中、社会資本整備の財源がますます限られていくことが予想される。

一方で、効率的な交通社会資本の整備は、利用者の利便性を向上させ、生産や所得、雇用等の増加や地域間の交流機会の増加によって経済発展、あるいは個人の効用（Utility）や社会的厚生（Social Welfare）の向上に寄与する。また、日本の交通施設は、大都市圏における道路や鉄道の混雑、地方部における高速交通機関の空白地域の存在（生活機会に関する公平性の欠如）といった問題を抱えており、欧米先進諸国と比較しても未だ十分な水準に達しているとは言い難い<sup>2)</sup>。このような状況が継続することは、国際競争力の確保や国土保全、環境保全、地域間の公平性等の観点から望ましくないと考えられる。

以上の状況から、今後の交通施設整備にあたっては、整備コストの削減を徹底するとともに、科学的な分析手法および信頼性の高い客観的なデータに基づく便益や整備効果の計測を行い、この結果を基に経済効率性および公平性の観点から、事業の必要性の有無、優先順位の決定等を検討していく必要がある。このことは、交通施設整備のプロジェクト評価に関する関心の高まりを反映し、広く一般にも認識されつつある。また、一般的な関心の高まりに対応して、交通施設整備のプロジェクト評価に関する実務的要請も高度化かつ多様化しており、特に、アウトプット項目の多様性、情報公開に対応した信頼性および効果計測の簡便性が強く求められるようになってきている。

アウトプット項目の多様性については、時系列の帰着便益や雇用への影響、都市環境や地球環境への影響、地域間・世代間における受益と費用負担の公平性、複数モードの交通施設整備の優先順位といった多様なアウトプットの提示が要請されている。情報公開に対応した信頼性については、第1に、従来以上に評価手法の諸仮定やテクニカルな面での信頼性（あるいは合意可能性）が不可欠となっている。これを満たすためには、例えば、観測可能な経済変数（総生産、所得等）による現況再現性が必要とされる。第2に、多くの場面で、外生変数の幅や統計的な信頼区間に対応した幅をもったアウトプットが要請されていることが挙げられる。一方、効果計測の簡便性については、基本的にすべての交通施設整備に対してプロジェクト評価が求められる現状において、あらゆる実務担当者が迅速かつ容易に効果計測可能であることが要請されている。ただし、これは前述のアウトプット項目の多様性や情報公開に対応した信頼性とは基本的にトレード・オフの関係にある。したがって、迅速かつ容易な効果計測に対応する簡便な手法とアウトプットの

多様性および信頼性に対応した厳密な手法の両方の開発を行っていく必要があると考えられる。

既存の交通施設整備の効果計測手法としては、もっとも一般的なものとして、伝統的 MD (Marshall and Dupuit Measure) 分析 (消費者余剰法) がある。1990 年代後半以降、伝統的 MD 分析に基づく整備評価の指針 (いわゆる費用便益分析マニュアル) が交通施設ごとに相次いで作成され、パラメータを含む定型化 (標準化) が進められた<sup>3)4)5)6)</sup>。交通施設整備の計画策定にあたっては、各マニュアルの適用による費用便益比 (B/C) や純便益現在価値 (B-C) の計測 (事前評価) が義務付けられ、予算配分や優先順位の決定といった実際の政策決定に用いられている。さらに、2003 年 4 月には、同様な費用便益分析およびその他のアウトカム指標による交通施設整備の再評価および事後評価が義務づけられた<sup>7)</sup>。ここで、再評価とは事業実施中のプロジェクトの妥当性を最新の状況を踏まえて再評価するものであり、事後評価とは実際に必要とした費用と施設供用後に実現した便益とを比較して評価するものである。しかし、伝統的 MD 分析に基づく費用便益分析マニュアルでは、発生ベースの便益のみを取り上げており、最終的に交通社会資本整備の便益がどの地域のどの経済主体に帰着するのかという帰着便益を計測対象としていない。発生ベースの便益は、帰着ベースの便益あるいはその代理変数としての経済変数への影響 (所得の増加等) と比較して一般に理解されにくいため、発生ベースの便益のみを計測することは、特に事業費用が大きな大規模プロジェクトの事業実施に際しては事業者のアカウントビリティを満たすのに十分でない。また、今後ますます重要になってくると考えられる地域間あるいは世代間における受益と費用負担の公平性についての議論においては、発生ベースの便益は意味を持たず、帰着ベースの地域別経済主体別便益が材料として不可欠である。

帰着ベースの効果計測手法の主な分析フレームとしては、伝統的 I-O 分析、生産関数アプローチ、ヘドニック・アプローチ、仮想的市場評価法、マクロ計量経済モデル、応用一般均衡モデル、応用都市経済モデル、多基準分析等多くの手法が確立されている。

伝統的 I-O (Input-Output) 分析 (産業連関分析) は、SNA 産業連関表およびレオンチェフ (Wasily W. Leontief, 1906-1999) によって提唱された産業連関モデルを用い、1 時点におけるある産業部門 (交通施設整備の場合、主に建設部門) への需要増加がもたらす産業別の生産波及効果を計測する手法である<sup>8)</sup>。ここで、産業連関モデルによって計測される生産波及効果は、中間財投入を含む粗生産額の増加であり、付加価値 (全産業全国計で国内総生産に相当) ベースでは投資額を上回らないことに注意する必要がある。ただし、産業連関モデルに消費関数を組み入れることにより、いわゆる乗数効果の波及過程を考慮した産業別の付加価値誘発額 (建設投資のフロー効果) を計測することは可能である。

生産関数アプローチ (Production Function Approach) は、社会資本を含む生産関数によって社会資本が生産性に及ぼす影響を分析するもので、Aschauer (1989)<sup>9)</sup> の論文がきっかけとなり、これまで多くの実証分析が試みられてきた<sup>例えば<sup>10)</sup></sup>。生産関数アプローチは、部門別の社会資本が生産性に及ぼす影響を同時に評価できるという利点を有する。しかし、生産関数アプローチによって、交通施設整備が生産額に及ぼす影響を計測する場合には、次のような問題が生じる。すなわち、生産関数が表現しているのは供給側の生産能力であり、実際の生産水準は需要側と供給側のバランスによって決定されるため、生産額に及ぼす影響の正確な評価が困難であるという点である。また、社会資本データとしてストック額を用いる場合には、ストック額の蓄積が交通の改善 (所要時間短縮) と必ずしも対応していないという点にも注意する必要がある。

ヘドニック・アプローチ (Hedonic Approach) は、もともと Waugh (1928) によって提案された手法で、ある財の様々な特性による便益がそれぞれその財の価格に帰着するというキャピタリゼーション仮説に基づいている。交通施設整備の便益計測の場合、通常、便益のすべてが地価に帰着すると考え、クロスセクショナルなデータによって地価関数のパラメータ推定が行われる<sup>11)</sup>。この手法は、環境質やアメニティ、景観といった通常の市場価格に反映されない定性的な外部効果を計測できることから、実際の交通施設整備の便益計測にも幅広く用いられている。ただし、地価関数のキャピタリゼーション仮説は、Small Open、すなわち、便益の及ぶ地域が地域全体と比較して小さいかまたはプロジェクトが小さいこと、および地域間の移住が自由で費用がかからないことを仮定している。したがって、ヘドニック・アプローチは、大規模な交通施設整備の評価には適していないことに注意する必要がある。

仮想的市場評価法 (CVM : Contingent Valuation Method) は、もともと環境評価の分野で発展した手法で、プロジェクトが行われることに対する最大支払意志額 (WTP : Willingness to Pay)、プロジェクトが行われないことに対する最小受取補償額 (WTA : Willingness to Accept) のいずれかをアンケートによって尋ねるものである<sup>12)</sup>。本手法は、ヘドニック・アプローチ同様、アメニティ、景観等の外部効果の計測が可能であることに加え、仮想的な状態に対する経済的評価が可能であるため、交通施設整備評価の実務における適用例は多い。しかし、アンケートにおける仮想市場の設定や質問方法等に起因する様々なバイアスの問題が指摘されている。バイアスを極力小さくするアンケート方式に関する提案もなされてはいるが、バイアスの完全な排除は不可能であり、本手法の適用は他の手法による計測が困難な場合に限られるべきであろう。

マクロ計量経済モデル (Macro Econometric Model) は、マクロ経済理論 (ケインズ理論) に基づき、経済変数間の関係を定式化し、過去の時系列データにより構造推定を行うもので、フロー効果とストック効果を同時に計測できるという長所を有する。交通施設整備の効果計測を目的とした実証モデルとしては、道路整備五箇年計画の間接効果計測モデル<sup>13) 14)</sup> や新幹線モデル<sup>15)</sup> をはじめとし、高速道路や海峡横断道路、新幹線等の大規模交通施設を対象とした全国レベルや地域レベルのモデルが従来から多数構築されている。ただし、近年、計量経済モデルの欠点や適用上の誤りについて、次のような指摘がなされている。まず第1に、パラメータ推定が過去の時系列データに基づいて行われているため、推定された関係式は将来の構造変化には対応できないというものがある。これはルーカス (R. E. Lucas, 1937-) 以来、従来から指摘されている点である。第2に、モデル開発者が恣意的に定式化を行っており、必ずしも厳密な意味でミクロ経済学的基础 (あるいは行動理論) に従っていないため、理論なき計測に陥っている可能性があるという批判がある。これもベナシー (J. P. Benassy, 1948-) をはじめとして多くの経済学者が指摘している。第3に、1990年代後半以降発展してきた時系列分析の研究成果として、多くの経済データは OLS (Ordinary Least Squared Regression) 等によるパラメータ推定時に仮定している定常性を満たさないため、推定された式は長期的な関係式として意味を持たない可能性があることが指摘されている。以上の3点の批判的指摘に対して、交通施設整備評価の現場においては、その重要性が必ずしも認識されておらず、十分な対応がなされていないのが現状である。

応用一般均衡モデル (CGE : Computable General Equilibrium Model) は、各経済主体の合理的行動 (行動理論) を考慮し、すべての市場における均衡を仮定した一般均衡理論を基礎とするモデルである。1990年代後半から、交通社会資本整備の評価を目的とした CGE モデル<sup>16)</sup> や、これを

空間的に拡張した SCGE モデル (Spatial Computable General Equilibrium Model) の開発が本格化し、海峡横断道路プロジェクトなどいくつかの大規模交通施設整備の評価に用いられている (例えば 17)。応用一般均衡モデルでは、交通施設整備による物価低減や粗生産額、付加価値額、所得、消費等の経済諸変数に及ぼす影響の他、家計への帰着便益を計測することが可能である。ただし、これらの実際の交通施設整備評価に用いられている CGE モデルや SCGE モデルは、時間的および空間的に Closed なモデルであるために、労働や資本ストックの変化を考慮した長期的な分析に対応できないという指摘がなされている。最近では、資本ストックの蓄積過程等を組み込み、CGE モデルを長期に拡張した DCGE モデル (Dynamic Computable General Equilibrium Model) が開発されつつあるが、モデルの現況再現性が悪いことなどから、未だ実際のプロジェクト評価に用いられる段階には至っていない。また、ワルラス一般均衡の仮定が、失業や在庫の存在、資本ストックの増加といった現実の社会状況と照らし合わせて非現実的であるという批判も根強い。とりわけ、高水準の失業率が社会問題となっている現在の日本において応用一般均衡分析を適用するにあたっては、十分な配慮が必要であろう。

応用都市経済モデル (CUE : Computable Urban Economic Model) は、各経済主体の合理的行動 (行動理論) および土地市場の均衡を考慮するもので、SCGE モデルと比較して、財市場等の均衡を考慮していない反面、細目ゾーンおよび詳細な交通行動に対応した分析が可能であり、モデル構築やシミュレーション (均衡計算) も容易であるという利点がある。応用都市経済モデルを実際の交通施設整備のプロジェクト評価に適用した例としては、武藤他 (2000) <sup>18)</sup> 等がある。

多基準分析 (MCA : Multi Criteria Analysis) は、貨幣換算が困難な項目を含む多くの便益項目を列挙し、項目間にウエイト付けを行って総合評価を行う手法である。ウエイト付けの方法として、アンケートをベースとする方法と政策決定者が任意に定める方法がある。アンケートをベースとする具体的なウエイト付けの方法としては、AHP (Analytic Hierarchy Process)、コンジョイント法が挙げられる。多基準分析は、「道路投資の評価に関する指針 (案) 第 2 編」<sup>19)</sup> にもその適用方法が取り上げられ、また、新福岡空港の位置選定<sup>20)</sup> 等、多くの実際の交通施設整備の評価に用いられている。しかし、これらの手法は、アンケートにおいて回答者が評価対象の水準を正確に理解して回答しているかどうか不明確であるという短所があり、これらを用いた交通施設整備の評価は慎重に行う必要がある。

図 1.1 に、交通施設整備の効果と既存の効果計測手法の関係について、効率性 (フロー効果、ストック効果) および公平性、直接効果 (発生ベース) および間接効果 (帰着ベース) の観点から整理したものを示す。また、表 1.1 に、各手法のモデル (全体構成、変数)、パラメータ (数値、推定方法、推定データ) に関する定型化 (標準化) のレベルを示す。さらに、代表的な間接効果の計測手法である伝統的 I-O 分析、マクロ計量経済モデル、応用一般均衡モデルおよび応用都市経済モデルを取り上げ、対象圏域、地域区分、産業区分、対象とするシミュレーション期間、前提とする均衡条件、対象とする政策のレベルの観点から、各手法の位置付けを表 1.2 に示す。

本研究は、以上で示した既存手法の課題を解決でき、かつ最近の実務的要請 (アウトプット項目の多様性、情報公開に対応した信頼性、効果計測の簡便性) に答えることができるいくつかの新たな実用的な間接効果 (帰着便益) 計測手法を開発し、その実証的枠組みを示すことを目的とする。なお、本研究で開発する手法の対象圏域は、都市圏以上 (既存手法では、マクロ計量経済モデル、応用一般均衡モデルと同様の圏域) を想定する。

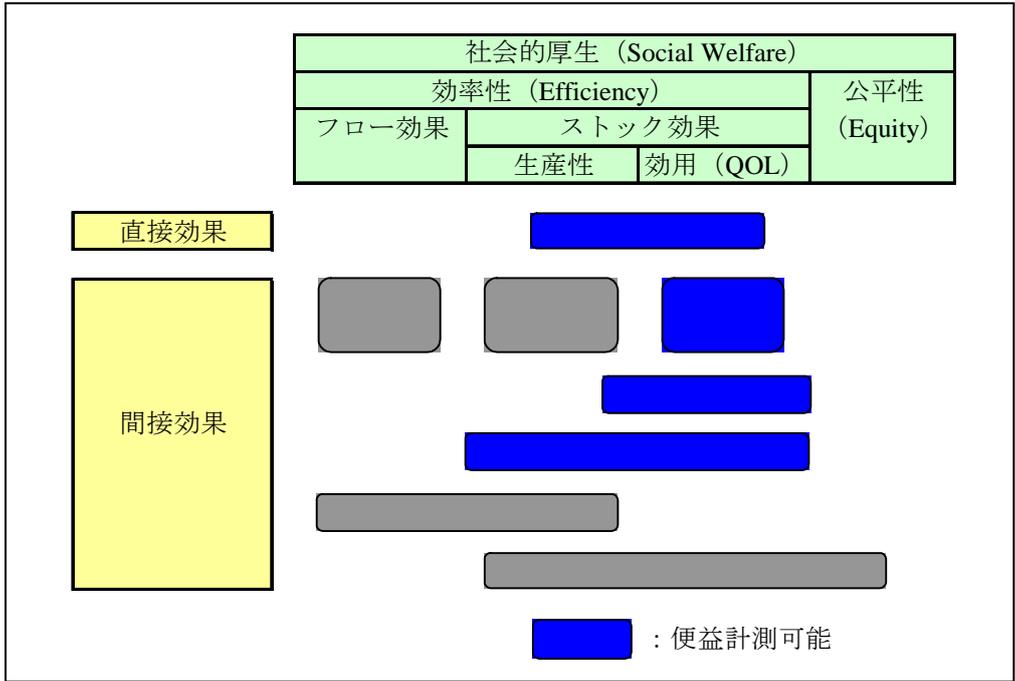


図 1.1 交通施設整備の効果と既存の効果計測手法の関係

表 1.1 既存の効果計測手法の定型化の程度

	モデル		パラメータ		
	全体構成	変数	数値	推定方法	推定データ
伝統的 MD 分析				—	—
伝統的 I-O 分析				—	—
生産関数アプローチ					
ハトニク・アプローチ					
CVM					
マクロ計量経済モデル					
応用一般均衡モデル					
応用都市経済モデル					
多基準分析					

: 完全に定型化 (標準化)  
 : ある程度定型化 (標準化)

表 1.2 主要な間接効果計測手法の位置付け

対象効果		分析フレーム	伝統的 I-O分析	マクロ計量 経済モデル	応用一般均衡モデル		応用都市 経済モデル
					CGE	SCGE	
対象 圏域	市町村						
	都市圏						
	都道府県						
	全国						
	複数国/世界						
地域 区分	ゾーン						
	市町村						
	都市圏						
	都道府県						
	国						
産業	細分類						
	三分類						
	全産業						
期 期	1年						
	10年程度						
	40年(プロジェクト期間)						
均 衡	部分						
	ケインズ						
	ワルラス						
政 策	個別交通施設						
	交通施設の種類						
	投資分野						

: 多くの分析で対象としている。  
 : 一部の分析で対象としている。

注) 期間：シミュレーション期間  
 政策：対象とする政策のレベル

## 1-2 論文の構成

本論文は、全6章から構成され、本章第1章が序論、次章第2章から第5章が本論、第6章が全体の結論となっている。

第2章では、もっとも一般的な交通施設整備の効果計測手法である伝統的 MD 分析（消費者余剰法）、代表的な間接効果計測手法である応用一般均衡モデルおよびマクロ計量経済モデルを取り上げ、それぞれの概要、理論的、実証的な課題等を具体的に示した上で、プロジェクト評価に対する最近の実務的要請を踏まえ、本研究の第3章以降で提案する手法の位置付けを明確にする。

第3章から第5章までは、第2章で示した既存手法の課題を解決でき、かつ最近の実務的要請に答えることができる新たな実用的効果計測手法を開発し、具体的な交通施設整備プロジェクトを対象とした実証分析を行うことにより実証的枠組みの提示を行うものである。

第3章では、応用一般均衡モデルによる帰着便益の計測が費用便益分析マニュアル等に基づく消費者余剰法による発生ベースの便益計測と比較して多大な労力を必要とし、すべてのプロジェクト評価に用いるのが困難である現状を踏まえ、発生ベースの便益および生産関数のパラメータ等を用いて簡易的に経済主体別の帰着便益を導出する方法を示す。また、応用一般均衡モデルや提案している簡易計測手法では名目価格体系に基づいて評価が行われるが、このことの実務上の問題点を整理し、各便益項目について名目価格体系を実質価格体系に変換する方法を提案し、実質価格ベースの便益帰着構成表の作成方法を示す。

第4章では、交通利用者便益との整合を考慮したマクロ計量経済モデルを提案するとともに、マクロ計量経済モデルによるシミュレーション結果を用いて交通施設整備による帰着便益が定義できることを示し、マクロ計量経済モデルを用いた利用者便益および帰着便益の計測方法、便益帰着構成表の作成方法を提案する。

第5章では、既存の新古典派的な動学的応用一般均衡モデルの現況説明力が乏しいことに対処するため、通常の応用一般均衡モデルにマクロ経済関数（就業者関数、民間設備投資関数、民間資本ストック関数）を組み合わせ、労働市場の不均衡および独立的な民間設備投資による民間資本の蓄積、すなわち労働と資本の不均衡的蓄積を考慮した現況再現性の良い動学的応用一般均衡モデルを提案する。

最後に、第6章では、本研究で得られた知見、成果についてとりまとめるとともに、今後のプロジェクト評価のあり方を提示することにより、本研究の全体の結論とする。

## 【第1章の参考文献】

- 1) 財務省 (2005) : 「財政関係諸資料 (平成17年3月)」、財務省ホームページ (<http://www.mof.go.jp>)
- 2) (財)計量計画研究所 [編] (2000) : 「データでみる国際比較 交通関連データ集」(CD-Rom)
- 3) 道路投資の評価に関する指針検討委員会 (1999) : 「道路投資の評価に関する指針 (案) 第2版」、(財)日本総合研究所
- 4) 国土交通省道路局、都市・地域整備局 (2003) : 「費用便益分析マニュアル」
- 5) (財)運輸政策研究機構 (1999) : 「鉄道プロジェクトの費用対効果分析マニュアル99 (案)」
- 6) 港湾投資の社会経済効果に関する調査委員会 (1999) : 「港湾投資の評価に関するガイドライン1999 (案)」
- 7) 国土交通省道路局 (2003) : 「新たな行政マネジメントをめぐる状況」、第1回道路行政マネジメント研究会資料
- 8) 宮沢 健一 (2002) : 「産業連関分析入門[新版]」、日本経済新聞社
- 9) David Alan ASCHAUER (1989): Is Public Expenditure Productive?, *Journal of Monetary Economics*, Vol.23, North-Holland, pp.177-200
- 10) 吉野 直行、中島 隆信 [編] (1999) : 「公共投資の経済効果」、日本評論社
- 11) 金本 良嗣 (1992) : ヘドニック・アプローチによる便益評価の理論的基礎、「土木学会論文集」、No. 449/IV-17、pp. 47-56
- 12) Robert Cameron Mitchell and Richard T. Carson [著] (2001)、環境経済評価研究会 [訳] : 「CVMによる環境質の経済評価 非市場財の価値計測」、山海堂
- 13) 建設省道路局、(財)計量計画研究所 (1998) : 「道路投資の経済効果に関する研究」
- 14) 国土交通省道路局、(財)計量計画研究所 (2003) : 「道路投資の経済効果に関する研究」
- 15) (財)運輸経済研究センター (1997) : 「新幹線が果たした役割と整備新幹線の効果の予測」
- 16) 森杉 壽芳 [編] (1997) : 「社会資本整備の便益評価 一般均衡理論によるアプローチ」、日本交通政策研究会 研究双書12、勁草書房
- 17) 建設省岐阜国道工事事務所、東海総合研究所 (1998) : 「平成9年度 道路整備効果検討業務－東海環状自動車道の費用便益分析編－ 報告書」
- 18) 武藤 慎一、上田 孝行、高木 朗義、富田 貴弘 (2000) : 応用都市経済モデルによる立地変化を考慮した便益評価に関する研究、「土木計画学研究・論文集」、No. 17、pp. 257-266
- 19) 道路投資の評価に関する指針検討委員会 (2000) : 「道路投資の評価に関する指針 (案) 第2編 総合評価」、(財)日本総合研究所
- 20) 中村 英夫 (2000) : 国土政策の方向と空港、「新福岡空港リポート びゅーん」、Vol. 14、福岡空港将来構想検討委員会
- 21) 森地 茂、屋井 鉄雄、社会資本整備研究会 [編著] (1999) : 「社会資本の未来」、日本経済新聞社

## 第2章 交通プロジェクト評価の現状と課題

### 2-1 はじめに

交通施設整備のプロジェクト評価には、一般に、事業実施に先だって計画段階あるいは構想段階で行う事前評価、事業実施中に行う再評価、さらに施設供用後に行う事後評価の3つがある。事前評価の目的の第一は、言うまでもなく、費用便益比、純便益現在価値等から事業実施の妥当性の有無を前もって判断することである。第二の目的は、限られた予算の下で複数のプロジェクトが検討されている場合に、費用便益比あるいは純便益現在価値の大きさを優先（着工）順位の決定の材料にするというものである。また、再評価の目的は、事前評価時からの社会経済情勢の変化、最新の需要予測、事業費の実績等を踏まえ、事業の継続の可否（未着工の場合には着工の可否）、あるいは事業規模等の変更の必要性を判断することにある。一方、事後評価は、実際の事業総額、施設の利用状況を踏まえ、実現された需要に基づく便益および費用を用いて評価を行い、事前評価あるいは再評価の結果と比較することにより、事前評価および再評価の方法の是非について検討し、同様なプロジェクトの事前評価、再評価の参考とすることを主たる目的としている。近年の低成長経済、政府の財政悪化を背景として、交通施設整備の非効率性、事前評価における需要の過大予測等が指摘される中、国土交通省により1999年に新規事業に対して事前評価、5年を経過して未着工または10年以上経過して継続中の事業に対して再評価が義務付けられ、2001年11月には事後評価についても直轄事業で原則的に実施されることとなった。

交通施設整備の効果計測手法としては、前章で述べたように、施設ごとの「費用便益分析マニュアル」として定着している伝統的MD分析（消費者余剰法）の他、マニュアルで捉えられない定性的な直接効果の計測が可能な仮想的市場評価法、間接効果計測手法としてのヘドニック・アプローチ、マクロ計量経済モデル、応用一般均衡モデル、応用都市経済モデル等が確立されており、それぞれ多くの実際のプロジェクト評価の実績を有する。しかし、これらの手法の共通性は乏しく、計測項目や地域区分、産業区分、将来のシミュレーション期間等に関してそれぞれ一長一短があるため、実務的要請が高度化、多様化する中、プロジェクト評価の現場では大きな混乱が生じている。

本章では、このうち、もっとも一般的な交通施設整備の効果計測手法である伝統的MD分析（消費者余剰法）、大規模な交通施設整備プロジェクトを対象とした間接効果計測手法である応用一般均衡モデルおよびマクロ計量経済モデルを取り上げ、各手法の概要、課題等を具体的に示した上で、前章で示したプロジェクト評価に対する最近の実務的要請（アウトプット項目の多様性、情報公開に対応した信頼性、効果計測の簡便性）を踏まえ、本研究の第3～5章で提案する手法の位置付けを明確にする。特に、応用一般均衡モデルとマクロ計量経済モデルについては、理論的な特徴比較および実証分析の比較を行うとともに、国民経済レベルでのシミュレーション比較を行うことにより、それぞれの理論的、実証的な課題を明らかにする。

## 2-2 伝統的 MD 分析の概要と課題

### (1) 伝統的 MD 分析の概要

伝統的 MD 分析（消費者余剰法）は、交通施設整備による利用者便益として、図 2.1 で示されるマーシャルの消費者余剰の変化分（MD：Marshall and Dupuit Measure）を計測するものである。

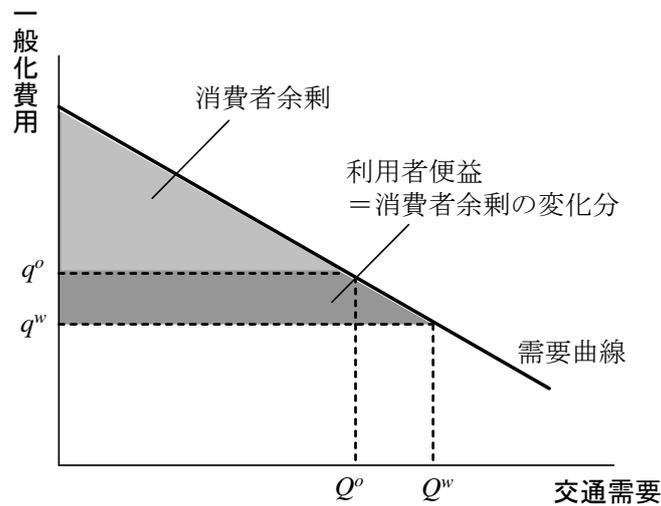


図 2.1 マーシャルの消費者余剰

図 2.1 で、 $q^o$ 、 $q^w$  は、それぞれ交通施設整備なし、ありの状況における交通サービスの一般化費用（金銭的費用＋非金銭的費用）であり、 $Q^o$ 、 $Q^w$  は、それぞれ交通施設整備なし、ありの状況における交通需要を表している。ここで、交通施設整備による利用者便益は、三角形で表される消費者余剰の増分、すなわち台形の面積として、(2.1)式で表される。また、一般化費用は、通常、非金銭的費用としての時間費用、金銭的費用としての走行費用（道路の場合）、料金または運賃の合計として、(2.2)式で算出される。

$$BU = \frac{(q^o - q^w) \cdot (Q^o + Q^w)}{2} \quad (2.1)$$

$$q = \omega \cdot T + FC + toll \quad (2.2)$$

ここで、 $\omega$  は時間評価値、 $T$  は移動時間、 $FC$  は道路の場合の走行費用、 $toll$  は料金または運賃である。

## （２）伝統的 MD 分析の課題

伝統的 MD 分析（消費者余剰法）の最大の課題は、計測される便益項目が限定されていることである。消費者余剰法で計測されるのは発生側の利用者便益のみであり、帰着便益や経済波及効果（経済諸変数に及ぼす影響）を計測することはできない。したがって、受益と負担の問題を議論する際など地域や世代等への帰着効果が重要な場面においては、本手法だけでは十分でない。利用者便益についても、計測可能なのは(2.2)式に示したような価格が推計可能な項目に限られ、アメニティや景観の向上等の非市場的項目の便益計測は不可能である。帰着便益や経済波及効果を計測するためには、別途、応用一般均衡モデルやマクロ計量経済モデルの構築が必要となる。また、非市場的項目の便益を計測するためには、ヘドニック・アプローチや仮想的市場評価法（CVM）を用いる必要がある。

伝統的 MD 分析の手法的な課題としては、所得効果が計測できないこと、および経路依存性の問題が指摘されている。所得効果は、需要曲線の上方シフトおよび時間評価値の増加をもたらすと考えられる。経路依存性については、複数の財の価格が同時に変化する場合に、積分をとる経路によって積分値が異なった値になることが知られている。これらの問題は、消費者余剰の変化分の代わりに等価的偏差（EV：Equivalent Variation）や補償的偏差（CV：Compensating Variation）を計測することにより回避することができるが、そのためには応用一般均衡モデル等による交通施設整備あり、なしの状況における所得の推計が不可欠となる。ただし、マーシャルの消費者余剰の変化分は等価的偏差や補償的偏差の近似値であり、通常、その誤差は需要曲線の推計に伴う誤差と比較してはるかに小さい。したがって、実際のプロジェクト評価に際して利用者便益の大きさのみが重要な意味を持つ場面においては、所得効果や経路依存性が大きな問題となることはなく、消費者余剰法による計測で十分であると考えられる。

また、多くの費用便益分析マニュアルにおいては、交通需要曲線の推計が困難であることから、交通需要は交通施設あり、なしに関わらず固定とされている。これは、交通需要曲線、あるいは誘発需要推計の困難さに起因するものであるが、本来の消費者余剰法の考え方とは合致しない。もちろん、土地利用の変化等を考慮する必要のない比較的小規模なプロジェクトや短期的な評価の場合には、需要固定は近似的に成立する。しかし、経済構造や土地利用の変化等に伴う誘発需要が無視できない大規模なプロジェクトを扱う場合には問題となる。

## 2-3 応用一般均衡モデルとマクロ計量経済モデル

本節では、帰着便益の代表的計測手法である応用一般均衡モデルとマクロ計量経済モデルを取り上げ、理論的特徴比較、実証分析に関する比較、国民経済レベルでのシミュレーション比較を行い、各手法の特徴と課題を明らかにする。

### 2-3-1 理論的特徴比較

ここでは、一般的な応用一般均衡モデルとマクロ計量経済モデルについて、まず静学理論の比較を行い、次に動学理論の比較を行う。

静学理論については、ミクロ経済学的な観点から、応用一般均衡の基礎となっているワルラス型一般均衡理論とマクロ計量経済モデルの基礎となっているケインズ理論の比較を行う。一般に、マクロ計量経済モデルは、ミクロ経済学的基礎が乏しいと言われている。しかし、その基礎となるケインズ理論は、ワルラス型一般均衡理論と同様のミクロ経済学の枠組みから導出される。このことを静学理論の比較の中で示す。

また、動学理論の比較については、資本の蓄積過程に焦点を当て、設備投資の時系列的な考え方の比較を行う。なお、通常は1時点の静学モデルである一般均衡モデルの動学モデルとしては、従来の新古典派理論に基づく動学的応用一般均衡モデル（DCGE : Dynamic Computable General Equilibrium Model）を対象とする。

### (1) 静学理論

比較のためのモデルでは、簡単のため1地域1財の単純化された市場を仮定する。1財の仮定によって物価水準は財価格に等しいと考えることができ、実質賃金は名目賃金を財の価格で割ることによって容易に求められる。

このとき、企業の利潤関数および生産関数は以下のように表現できる。

$$\pi = pY - wL - rK \quad (2.3)$$

$$Y = Y(L, K) \quad (2.4)$$

ここで、 $\pi$ は企業の利潤、 $p$ は合成財価格、 $Y$ は合成財の生産量(実質生産額)、 $w$ は名目賃金率、 $L$ は労働量、 $r$ は資本のレンタル価格、 $K$ は資本ストック量である。

(2.4)式の生産関数を特定化し、(2.4)式を制約として(2.3)式の最大化問題を解くと、企業の労働需要(2.5)式が求められる。

$$L^d = L^d\left(\frac{w}{p}\right) \quad (2.5)$$

ここで、 $L^d$ は企業の労働需要、 $w/p$ は実質賃金率であり、 $(L^d)' < 0$ である。

次に、家計の効用関数を、合成財の需要(消費量) $X$ および余暇時間 $l$ を変数として、(2.6)式のように仮定する。

$$U = U(X, l) = \delta \ln X(Y) + (1 - \delta) \ln l \quad (2.6)$$

また、家計の予算制約および時間制約は、以下で表される。

$$pX = wL + rK \quad (2.7)$$

$$L + l = \Omega \quad (2.8)$$

ここで、 $\Omega$ は利用可能時間(=const)である。(2.7)式の左辺は合成財の消費額、右辺は所得(賃金所得+資本所得)を表している。

(2.7)式および(2.8)式の制約の下、(2.6)式の最大化問題を解くと、労働供給(2.9)式が求められる。

$$L^s = L^s\left(\frac{w}{p}\right) \quad (2.9)$$

ここで、 $L^s$ は家計の労働供給、 $w/p$ は実質賃金率であり、 $(L^s)' > 0$ である。

このとき、財市場の均衡が以下のように成り立つ。

$$Y(L, K) = X(Y) + I \quad (2.10)$$

ここで、 $I$  は投資量である。

(2.3)～(2.10)式は、ワルラス型一般均衡理論とケインズ理論の双方に共通する考え方である。

ワルラス型一般均衡理論では(2.3)～(2.10)式に加え、労働市場の均衡式(2.11)式を考慮する。(2.11)式によって、労働市場が均衡する労働量、実質賃金が決定される。

$$L = L^d\left(\frac{w}{p}\right) = L^s\left(\frac{w}{p}\right) \quad (2.11)$$

このとき、資本一定の条件下では、(2.4)式と(2.7)式から財の生産 $Y$ 、消費量 $X$ が一意に決まるため、財市場の均衡(2.10)式を満たすように投資 $I$ が決定される。このことは、所得と消費の差、すなわち貯蓄に等しいだけの投資が行われることを意味する。

一方、ケインズ理論では、投資水準は別途与えられ、十分小さいと仮定する。このとき、(2.10)'式の財市場の均衡を満たすように生産量 $Y$ が決定される。

$$Y = X(Y) + \bar{I} \quad (2.10)'$$

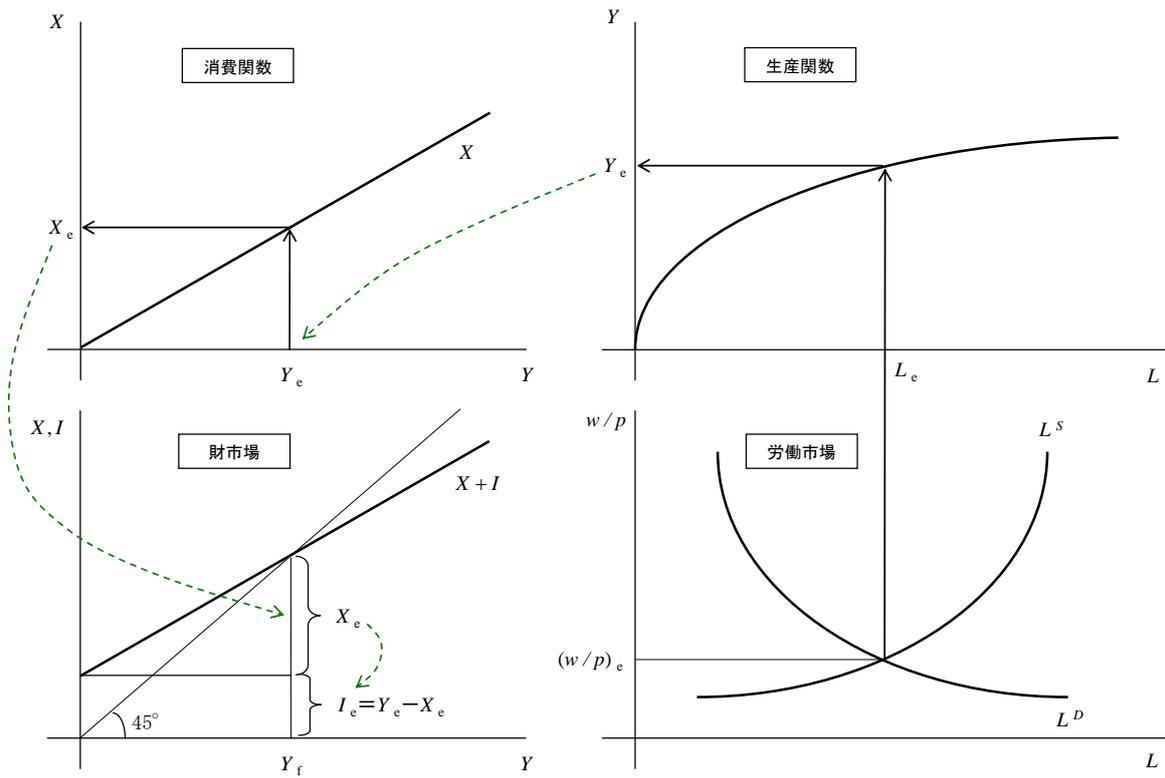
生産量が決定されると、生産に必要な労働量が求まり、労働需要関数(2.5)式から実質賃金が決定される。ここでは、労働市場の均衡式は成立せず、労働供給が労働需要を上回っている。すなわち、失業が発生していることになる。

$$L = L^d\left(\left(\frac{w}{p}\right)_0\right) < L^s\left(\left(\frac{w}{p}\right)_0\right) \quad (2.11)'$$

以上から明らかなように、ワルラス型一般均衡理論は先に生産量が決定され、伸縮的な投資によって生産量に見合うように需要が決定される需要供給連動型の理論であるのに対し、ケインズ理論は独立的な投資によって需要が先に決定され、それに見合うような生産が行われるとする需要主導型の理論となっている。

両理論における労働、生産、需要（消費）、投資の考え方を図2.2に示す。また、両理論の比較を表2.1にまとめる。

<ワルラス型一般均衡理論>



<ケインズ理論>

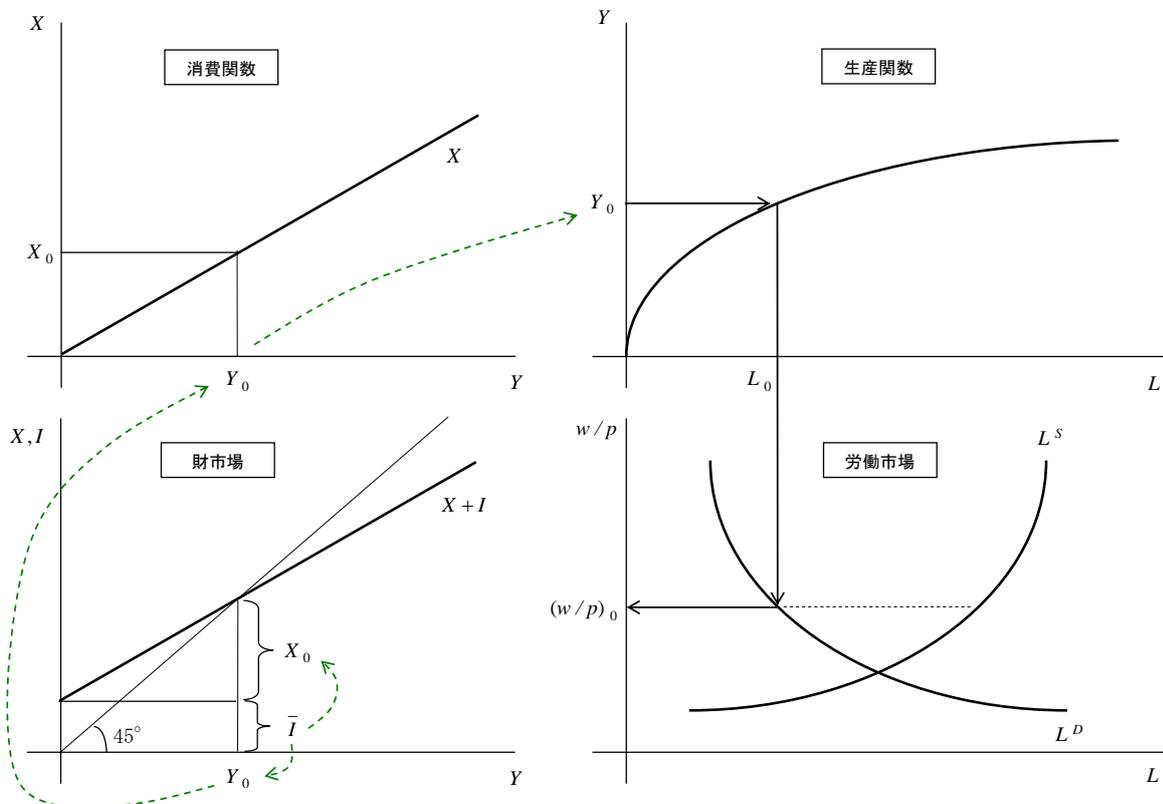


図2.2 ワルラス型一般均衡理論とケインズ理論における労働、生産、需要（消費）、投資の考え方

表2.1 ワルラス型一般均衡理論とケインズ理論

	ワルラス型 一般均衡理論	ケインズ理論
需給決定	需要供給連動型	需要主導型
投資	伸縮的 (=貯蓄)	独立的 (投資理論)
実質賃金	労働市場の均衡点 = 財市場の均衡点 (瞬時に調整)	財市場の均衡点 (硬直的)
財市場	均衡	均衡
労働市場	均衡 (賃金調整)	不均衡 (数量調整)

## (2) 動学理論

動学理論とは、長期にわたる経済主体の行動、経済状況等を記述する理論である。この理論に基づくモデルでは、毎年の資本は内生的に決定される。動学モデルにおける資本ストックの増加は、(2.12)式に示されるように、投資から資本減耗分を差し引いたものに等しくなる。

$$\frac{dK}{dt} = I - \delta K \quad (2.12)$$

ここで、 $t$ は時間を表している。 $K$ は資本ストック、 $I$ は投資、 $\delta$ は資本ストックの減耗率である。(2.12)式を離散時間で表現すると、(2.13)式が得られる。

$$K^t = (1 - \delta)K^{t-1} + I^t \quad (2.13)$$

ここで、上添え字の $t$ は現在の期、 $t-1$ は現在の1期前の期であることを意味している。

ここまでは、新古典派的な動学的応用一般均衡モデルとマクロ計量経済モデルに共通する。ただし、投資の決定方法が次のように異なる。

まず、新古典派的な動学的応用一般均衡モデルではClosedな経済を仮定しているため、投資は以下のように貯蓄 $S$ に等しい量で決定される。

$$I^t = S^t \quad (2.14)$$

一方、一般的なマクロ計量経済モデルにおける投資については、利子率に依存すると仮定する限界効率理論、総生産の増分に依存するとする加速度理論、望ましい資本ストックと現実の資本ストックの差に依存するとするストック調整理論、企業の市場価値と資本ストックの価値の比に依存するとするトービンの $q$ 理論など、いくつかの決定理論がある。

(2.15)式に限界効率理論、(2.16)式に加速度理論、(2.17)式にストック調整理論、(2.18)式にトービンの $q$ 理論に基づく投資関数の例を示す。

$$I^t = I(r^t) \quad (2.15)$$

$$I^t = \nu(Y^t - Y^{t-1}) \quad (2.16)$$

$$I^t = \lambda(K^* - K^{t-1}) \quad (2.17)$$

$$I^t = I(q^t) \quad (2.18)$$

ここで、 $I$ は投資、 $r$ は利子率、 $Y$ は生産量、 $K$ は資本ストック、 $K^*$ は望ましい資本ストック、 $q$ はトービンの $q$ （企業の市場価値／現在の資本ストックを買い換える費用）を表している。

## 2-3-2 実証分析に関する比較

次に、交通施設整備評価を目的とした一般的な応用一般均衡モデルとマクロ計量経済モデルによる実証分析に関して、モデル体系および使用変数、パラメータ推定方法、将来推計およびアウトプットに関する比較を行う。

### (1) モデル体系および使用変数

応用一般均衡モデルは、通常、静学理論の比較で示した静学のモデル体系に沿って構築される。静学モデルの場合、動学モデルと比較してデータの制約が少ないため、多くの変数を取り入れることが可能である。使用変数としては、国民所得統計あるいは県民所得統計の名目経済諸変数、価格（財・サービス価格および生産要素価格）、時間関連変数および交通関連変数等が用いられる。また、産業連関モデルと組み合わせられ、産業別の需給均衡を考慮したモデル体系として構築される場合も多い。

一方、マクロ計量経済モデルは、価格を明示的に取り扱わない実物モデルかつ動学モデルとして構築される場合が多い。この場合、使用変数としては、基本的には国民所得統計あるいは県民所得統計の実質経済諸変数および交通関連変数のみが用いられる。価格内生モデルの場合には、これらの他、価格（財・サービス価格および生産要素価格）が加わる。また、マクロ計量経済モデルの場合、データの制約から静学理論の比較で示した時間制約をモデル体系に取り入れることは困難であり、交通施設整備による余暇時間の増大効果を捉えることができない。

### (2) パラメータ推定方法

応用一般均衡モデルにおけるパラメータ推定では、一般的には統計的手法は用いられず、他モデルからの引用およびキャリブレーション（試行錯誤法）が用いられる。

マクロ計量経済モデルにおけるパラメータ推定は、通常、時系列データを用いた最小二乗法（OLS: Ordinary Least Squares Method）や2段階最小二乗法（TSLS: Two Stage Least Square Method）等の統計的手法によって行われる。この際、すべての被説明変数、説明変数の時系列データが必要となる。

### (3) 将来推計およびアウトプット

将来推計（シミュレーション）は、通常、応用一般均衡モデルでは1時点で行われるのに対し、マクロ計量経済モデルでは将来の数～数10年の長期で行われる。

また、シミュレーションにおけるアウトプットとしては、応用一般均衡モデルでは地域別経済主体別の帰着便益や等価的偏差（EV: Equivalent Variation）、補償的偏差（CV: Compensating Variation）が捉えられる点が大きな特徴である。ただし、応用一般均衡モデルでは、完全雇用を仮定しているため失業削減効果（新規雇用創出効果）を計測することはできない。

一方、マクロ計量経済モデルでは、対象地域の総生産、所得、消費、投資等の変数の他、雇用、税収等の多くの経済変数に及ぼす影響が捉えられる。特に雇用への影響を計測できる点が大きな特徴である。ただし、従来のマクロ計量経済モデルの枠組みでは、地域別経済主体別の帰着便益や等価的偏差、補償的偏差を直接計測することはできない。

### 2-3-3 国民経済レベルでのシミュレーション比較

#### (1) 比較の前提条件

ここでは、資本の蓄積過程（投資理論）の相違に焦点を当て、その他の相違は極力共通化した簡易的なマクロ計量経済モデルと応用一般均衡モデルを構築し、国民経済レベルでの現況再現性および交通施設整備による将来のシミュレーションの比較を行う。なお、ここでの応用一般均衡モデルは、マクロ計量経済モデルとの時系列での比較を行うため、家計貯蓄に等しい設備投資の次期の資本ストックとしての蓄積を仮定する新古典派的な動学的応用一般均衡モデルとする。

シミュレーション比較のためのモデルの共通化項目を以下に挙げる。

表2.2 シミュレーション比較のためのモデルの共通化項目

項目	共通化の内容
地域	日本全国 1 地域
産業	全産業 1 産業
交通施設整備による直接的影響	生産の効率化のみ
就業者数	整備の有無によらず一定
パラメータ ・ 生産 ・ 民間消費支出 ・ 民間資本ストック	過去の時系列データを用いた最小二乗法（OLS）により推定

## (2) マクロ計量経済モデル

「交通施設整備による所要時間の短縮は、直接的には生産の効率化のみに影響を与える」という仮定の下、以下のような単純化されたモデルとする。

### ①生産

交通近接性を技術進歩要因と見なし、コブ・ダグラス型生産関数を仮定する。

$$VP = e^{\alpha} (\bar{\rho} \cdot KP)^{\beta} (\overline{LHR} \cdot \overline{NW})^{1-\beta} \overline{ACC}^{\gamma} \quad (2.19)$$

ここで、 $VP$  は潜在生産力、 $KP$  は民間資本ストック、 $\bar{\rho}$  は資本の稼働率（外生）、 $\overline{NW}$  は就業者数（外生）、 $\overline{LHR}$  は1人あたり平均総労働時間（外生）、 $\overline{ACC}$  は交通近接性（外生）を表す。

### ②民間消費

民間消費は、家計可処分所得で説明され、家計可処分所得は国内総生産で決定されると考える。

$$CP = \alpha + \beta YDP \quad (2.20)$$

$$YDP = \alpha + \beta GDP \quad (2.21)$$

なお、 $CP$  は民間消費支出、 $YDP$  は家計可処分所得、 $GDP$  は実質国内総生産である。

### ③民間企業設備投資

民間企業設備投資は、ストック調整原理と加速度原理を考慮し、一期前の民間資本ストックと国内総生産で決定されるとする。

$$IP^t = \alpha + \beta KP^{t-1} + \gamma GDP^{t-1} \quad (2.22)$$

ここで、上添え字の $t$ は期を表す。また、 $IP$  は民間設備投資、 $KP$  は民間資本ストックである。

### ④国内総支出

国内総支出は、国民経済計算体系の以下の定義式で表される。

$$GDE = CP + \overline{CG} + IP + \overline{IHP} + \overline{IG} + \overline{E} - \overline{M} + \overline{J} \quad (2.23)$$

なお $GDE$  は実質国内総支出、 $\overline{CG}$  は政府最終消費支出（外生）、 $\overline{IHP}$  は民間住宅投資（外生）、 $\overline{IG}$  は公的総固定資本形成（外生）、 $\overline{E}$  は輸出（外生）、 $\overline{M}$  は輸入（外生）、 $\overline{J}$  が在庫投資（外生）である。

### ⑤実現国内総生産

国内総生産は、潜在生産力と国内総支出の平均で実現されると仮定する。

$$GDP = \text{Average}(VP, GDE) \quad (2.24)$$

### ⑥民間資本ストック

各期の民間資本ストックは、減耗分の除いた前期の民間資本ストックと当期の民間設備投資の和で定義される。

$$KP^t = (1 - \delta)KP^{t-1} + IP^t \quad (2.25)$$

ここで、上添え字の  $t$  は期を表す。 $KP$  は民間資本ストック、 $IP$  は民間設備投資である。また、 $\delta$  は民間資本の減耗率である。

上記の(2.19)～(2.22)式および(2.25)式について、具体的に関数型を定め、1981～2000年の時系列年次データを用いて最小二乗法 (OLS) によりパラメータ推定を行う。

構造推定に用いる経済データは、基本的には国民経済計算年報 (内閣府経済社会研究所) の値 (実質値) を用いる。また、交通近接性については、ここでは簡単化のために交通手段としては道路のみを考慮し、道路時刻表 (国土交通省) による生活圈間道路平均所要時間 (道路交通センサス自動車起終点調査の自動車交通需要による重み付け平均) の逆数とする。

パラメータ推定は、各式の説明変数にいくつかの期間のダミー変数を加えて試算し、各変数の  $t$  値およびダービン・ワトソン比 (D.W.) が一定水準以上 (基本的には、 $t$  検定10%有意、 $1.0 < D.W. < 3.0$ ) を満たし、かつ自由度修正済み決定係数 ( $Ad-R^2$ ) がもっとも高いものを採用する。

以下にパラメータ推定の最終結果を示す。なお、推定結果の表中で、下段の( ) 内の数値は各パラメータの  $t$  値を表している。なお、 $t$  値に続く\*\*は1%水準で有意、\*は10%水準で有意であることを示す。

・生産

$$\ln\left(\frac{VP}{LHR \cdot NW}\right) = \alpha + \alpha' DUM + \beta \ln\left(\frac{\bar{\rho} \cdot KP}{LHR \cdot NW}\right) + \gamma \ln \overline{ACC} \quad (2.19)'$$

$DUM$  : ダミー変数 (～1991 : 0、1992～1995 : 1、1996～ : 0)

$\alpha$	$\alpha'$	$\beta$	$\gamma$	D.W.	AD-R <sup>2</sup>
0.7902 (2.178)	0.0283 (3.466**)	0.3987 (14.037**)	0.638636 (3.797**)	1.553	0.9940

・民間消費支出

$$CP = \alpha + \alpha' DUM1 + (\beta + \beta' DUM2) YDP \quad (2.20)'$$

$DUM1$  : ダミー変数 (～1998 : 0、1999～ : 1)

$DUM2$  : ダミー変数 (～1994 : 0、1995～1997 : 1、1998～ : 0)

$\alpha$	$\alpha'$	$\beta$	$\beta'$	D.W.	AD-R <sup>2</sup>
-37,414.7 (-14.344)	-2,975.9 (-2.559*)	0.9575 (102.31**)	0.0084 (2.861**)	2.108	0.9989

・家計可処分所得

$$YDP = \alpha + (\beta + \beta' DUM) GDP \quad (2.21)'$$

$DUM$  : ダミー変数 (～1986 : 0、1987～1992 : 1、1993～ : 0)

$\alpha$	$\beta$	$\beta'$	D.W.	AD-R <sup>2</sup>
45,754.5 (12.424)	0.5598 (68.018**)	-0.0142 (-4.883**)	1.883	0.9959

・民間設備投資

$$IP^t = \alpha + \alpha' DUM1 + \beta KP^{t-1} + (\gamma + \gamma' DUM2) GDP^{t-1} \quad (2.22)'$$

$DUM1$  : ダミー変数 (～1996 : 0、1987～1991 : 1、1992～ : 0～)

$DUM2$  : ダミー変数 (～1997 : 0、1998～ : 1)

$\alpha$	$\alpha'$	$\beta$	$\gamma$	$\gamma'$	D.W.	AD-R <sup>2</sup>
-71,903 (-3.719)	10,472.0 (3.999**)	-0.0972 (-2.718**)	0.4783 (4.700**)	0.0138 (1.663*)	1.754	0.9374

・民間資本ストック

$$KP^t - IP^t = \delta' KP^{t-1} \quad (2.25)'$$

$\delta'$	D.W.	AD-R <sup>2</sup>
0.9544 (528.54**)	2.331	0.9993

### (3) 応用一般均衡モデル

応用一般均衡モデルは、マクロ計量経済モデルとの整合を保つように単純化された新古典派的な動学的応用一般均衡モデル (DCGEモデル) とする。

#### ①企業の行動

生産関数はコブ・ダグラス型とする。

$$VP = [e^\alpha ACC^\gamma] (KP_D)^\beta (L_D)^{1-\beta} \quad (2.26)$$

ここで、 $VP$  は生産量、 $KP_D$  は民間資本ストック需要量、 $L_D$  は労働需要量、 $ACC$  は交通近接性である。

企業は、(2.26)式の生産技術制約の下で利潤最大化行動をとるものとする。

$$\pi = \max_{VP, KP_D, L_D} [p \cdot VP - r \cdot KP_D - w \cdot L_D] \quad (2.27)$$

ここに、 $\pi$  は企業利潤、 $p$  は合成財価格、 $w$  は賃金率、 $r$  は利子率である。

最大化条件より、(2.26)式を(2.27)式に代入し、これを  $KP_D$  および  $L_D$  で偏微分して0とおくと、民間資本ストック需要量、労働需要量が求められる。

$$\frac{\partial \pi}{\partial KP_D} = \beta \frac{p \cdot VP}{KP_D} - r = 0 \quad (2.28)$$

$$\frac{\partial \pi}{\partial L_D} = (1 - \beta) \frac{p \cdot VP}{L_D} - w = 0 \quad (2.29)$$

$$KP_D = \beta \frac{p}{r} \cdot VP \quad (2.30)$$

$$L_D = (1 - \beta) \frac{p}{w} \cdot VP \quad (2.31)$$

(2.30)、(2.31)式を(2.26)式に代入すると、合成財価格 $p$  が求められる。

$$p = \frac{1}{e^\alpha ACC^\gamma} \left( \frac{r}{\beta} \right)^\beta \left( \frac{w}{1 - \beta} \right)^{1-\beta} \quad (2.32)$$

これを(2.30)、(2.31)式に代入すると、民間資本ストック需要量、労働需要量は下式で表される。

$$KP_D = \frac{1}{e^\alpha ACC^\gamma} \left[ \frac{\beta \cdot w}{(1-\beta) \cdot r} \right]^{1-\beta} \cdot VP \quad (2.33)$$

$$L_D = \frac{1}{e^\alpha ACC^\gamma} \left[ \frac{(1-\beta) \cdot r}{\beta \cdot w} \right]^\beta \cdot VP \quad (2.34)$$

## ②家計の行動

家計の効用は消費（基礎消費を除く）と貯蓄の水準で決定されると仮定し、家計は予算制約下で効用最大化行動をとるものとする。

$$V = \max_{CP} \left[ U = (CP - \alpha)^\beta \cdot S^{1-\beta} \right] \quad (2.35)$$

$$s.t. \quad p \cdot (CP - \alpha) + S = YDP \quad (2.36)$$

ここで、 $CP$  は家計消費支出（実質）、 $S$  は家計貯蓄（名目）、 $YDP$  は家計可処分所得（名目）である。

最大化条件より、(2.36)式を(2.35)式の [ ] に代入し、 $CP$  で偏微分して0とおくと、消費関数が導出される。

$$\begin{aligned} \frac{\partial U}{\partial CP} &= \beta (CP - \alpha)^{\beta-1} \cdot \{YDP - p(CP - \alpha)\}^{1-\beta} \\ &\quad + (CP - \alpha)^\beta \cdot (-p) \cdot (1-\beta) \{YDP - p(CP - \alpha)\}^{-\beta} \\ &= 0 \end{aligned} \quad (2.37)$$

(2.37)式を整理すると、家計消費が導出される。また、家計貯蓄は、(2.36)式より、可処分所得と家計消費で表される。

$$CP = \alpha + \frac{1}{p} \beta \cdot YDP \quad (2.38)$$

$$S = YDP - p \cdot (CP - \alpha) \quad (2.39)$$

家計は、労働と民間資本ストックを提供して所得を得ているものとする。また、企業利潤は、すべて家計に分配されると仮定する。このとき、家計可処分所得は以下のように表される。

$$YDP = w(LHR \cdot NW) + r(KP) + \pi \quad (2.40)$$

ここで、 $KP$  は民間資本ストック、 $NW$  は就業者数、 $LHR$  は1人あたり平均労働時間を表す。

(2.38)、(2.39)式を(2.35)式に代入することにより、間接効用関数が求められる。

$$V = V(p, YDP) \quad (2.41)$$

### ③民間企業設備投資

家計貯蓄がそのまま民間設備投資になると仮定する。このとき、投資財購入量は以下のようになる。

$$IP = \frac{1}{p} \cdot S \quad (2.42)$$

ここで、 $IP$  は民間設備投資財購入量である。

また、各期の民間資本ストックは、マクロ計量経済モデルと同様に、(2.43)式にしたがって蓄積される。

$$KP^t = (1 - \delta)KP^{t-1} + IP^t \quad (2.43)$$

### ④市場均衡

市場均衡条件式は、以下の通りである。

$$\text{財市場： } VP = CP + IP \quad (2.44)$$

$$\text{労働市場： } LHR \cdot NW = L_D \quad (2.45)$$

$$\text{資本市場： } KP = KP_D \quad (2.46)$$

なお、生産関数および民間資本ストック関数のパラメータ ( $\alpha$ 、 $\beta$ 、 $\gamma$ 、 $\delta$ ) は、マクロ計量経済モデルで推定されたものを用いる。また、基準年（現況再現では1981年、シミュレーションでは2001年）の合成財を価値尺度財（ニューメール、価格 $p = 1$ ）として、均衡計算を行う。

#### (4) 現況再現性

応用一般均衡モデルおよびマクロ計量経済モデルによる1981～2000年までの国内総生産、民間設備投資の現況再現結果を図2.3、図2.4に示す。現況再現における外生変数（交通近接性、政府消費支出、民間住宅投資、就業者数等）は、各年の実績値を用いている。また、図中のMAPE（平均絶対誤差率）は、以下で定義される。

$$MAPE = \frac{\sum_{t=1}^N |y^t - \hat{y}^t| / y^t}{N}$$

ここで、 $y^t$ は $t$ 期の被説明変数（実績値）、 $\hat{y}^t$ は $t$ 期の被説明変数（推計値）、 $N$ は観測期間数である。

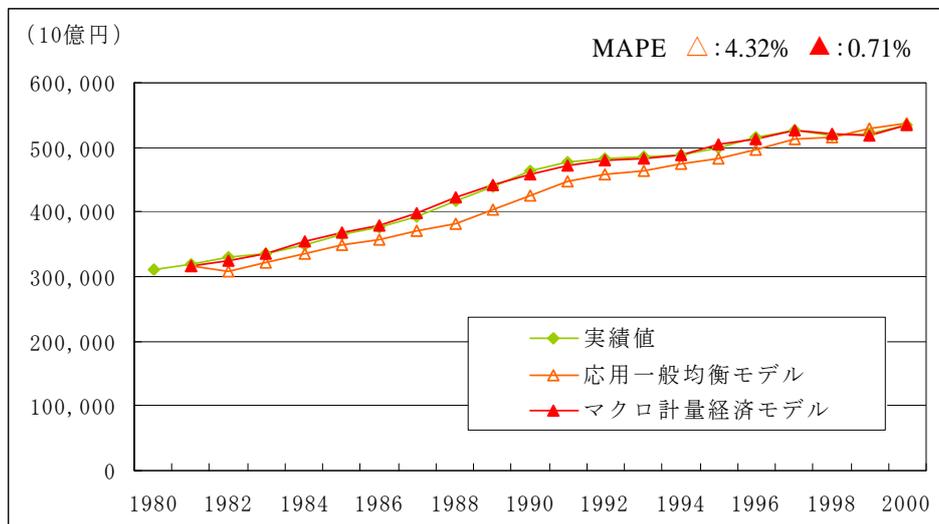


図2.3 現況再現結果の比較（国内総生産）

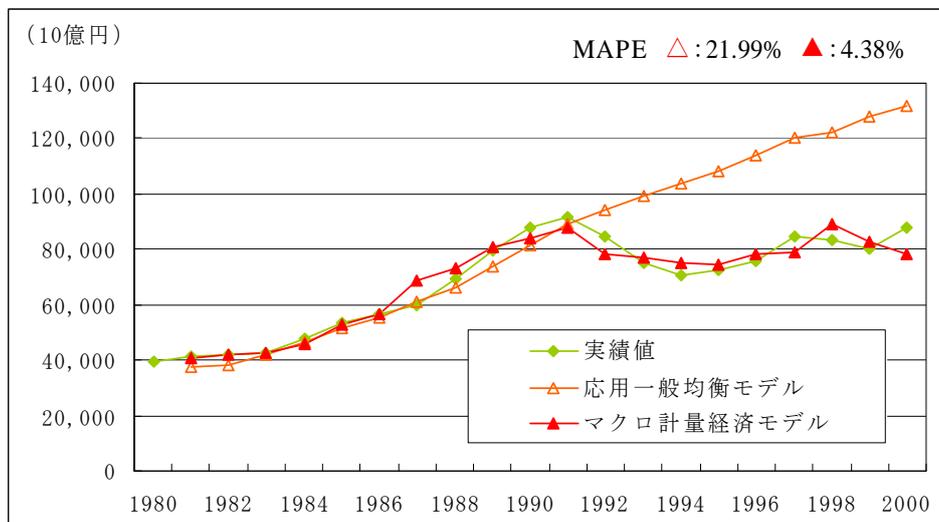


図2.4 現況再現結果の比較（民間設備投資）

国内総生産については、マクロ計量経済モデルによるMAPEが1%未満であり、現況再現性は非常に良好なのに対し、応用一般均衡モデルではMAPEが4%強となっている。

民間設備投資については、この差はさらに顕著である。マクロ計量経済モデルによるMAPEは4%程度であるのに対し、応用一般均衡モデルでは約22%となっている。特に、1991年のバブル崩壊以降の応用一般均衡モデルによる現況再現性は著しく悪い。この原因としては、バブル崩壊以降は、現実には応用一般均衡モデルで仮定している貯蓄に等しいだけの民間設備投資が行われなかったことが考えられる。

### (5) シミュレーション

ここでは、応用一般均衡モデルおよびマクロ計量経済モデルを用い、交通施設整備により交通近接性が5%向上した場合のシミュレーションを行う。

交通近接性の向上ありの場合、向上なしの場合における国内総生産、民間設備投資のシミュレーション結果を図2.5、図2.6に示す。ここで、外生変数の将来値は、向上ありの場合の交通近接性を除き最新値（2000年値）に固定している。

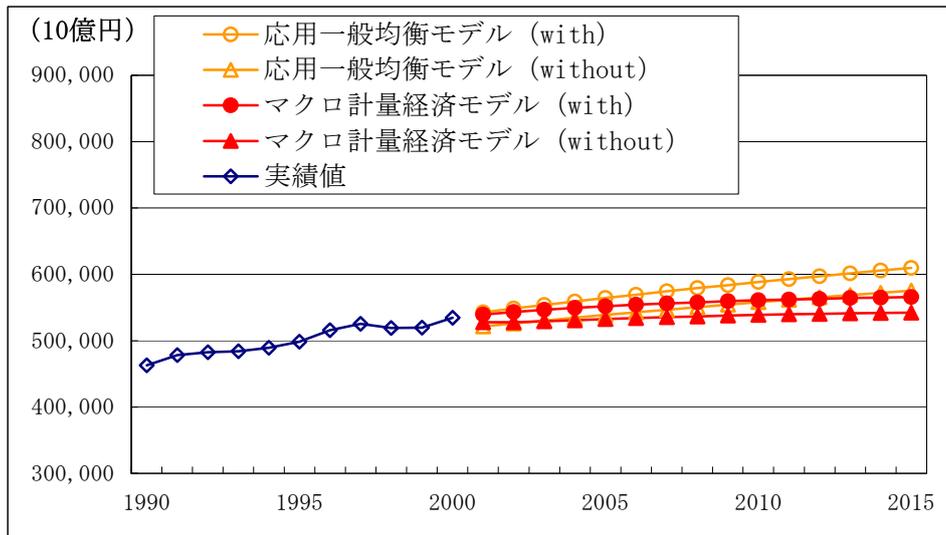


図2.5 シミュレーション結果の比較（国内総生産）

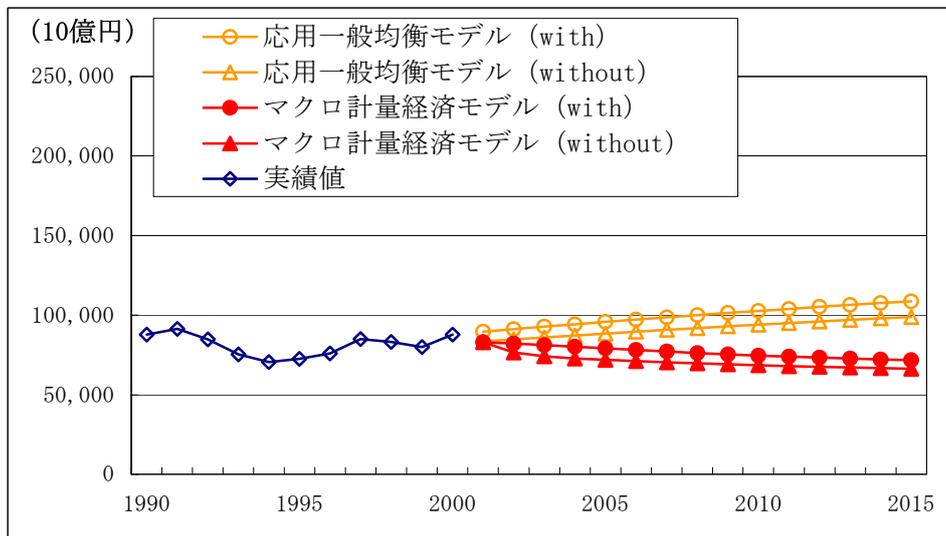


図2.6 シミュレーション結果の比較（民間設備投資）

シミュレーション結果をみると、両モデルによる将来期間の国内総生産、民間設備投資の水準が大きく異なっていることが一目瞭然である。特に、民間設備投資については、マクロ計量経済モデルによる推計結果が2010年頃まで緩やかに減少し、その後は横ばいになるのに対し、応用一般均衡モデルによる推計結果は、2015年まで一貫して上昇している。これは、マクロ計量経済モデルではストック調整項によって民間資本ストックの増加とともに民間設備投資が抑制されるのに対し、応用一般均衡モデルではこのような抑制要因が考慮されていないためである。

交通近接性向上ありの場合（withケース）と向上なしの場合（withoutケース）の差（交通施設整備の効果）に着目すると、国内総生産については、マクロ計量経済モデルによる効果が平行に推移しているのに対し、応用一般均衡モデルによる効果は年々緩やかに上昇している。また、民間設備投資については、マクロ計量経済モデルによる効果が徐々に減少していく一方で、応用一般均衡モデルによる効果は年々増加している。応用一般均衡モデルによる効果が増加していく原因としては、年々資本の蓄積によって生産力が拡大し、所得の増大によって貯蓄も増加して、貯蓄の増加が直接的に投資の拡大につながるために逡増的に資本蓄積が行われていることが挙げられる。一方、マクロ計量経済モデルでは、ストック調整により効果の増加が抑えられていると推察される。

なお、本章のシミュレーション比較では、資本の蓄積過程の違いに焦点を当てるため両モデルとも就業者数を施策の有無に関わらず一定と仮定した。ただし、通常、応用一般均衡モデルでは、就業者数は固定されている一方、マクロ計量経済モデルでは就業者関数により内生的に決定される。したがって、通常の両モデルによる将来のシミュレーション結果には、さらに大きな差異が生じると考えられる。

## 2-3-4 各手法の課題

既存の交通施設整備評価のための一般的な応用一般均衡モデル、マクロ計量経済モデルについて、理論的特徴比較、実証分析に関する比較、国民経済レベルでのシミュレーション比較の結果を踏まえたそれぞれの課題を以下に示す。

### (1) 応用一般均衡モデルの課題

応用一般均衡モデルの課題としては、まず、時系列的な効果や雇用への影響が把握できないことが挙げられる。応用一般均衡モデルを時系列に拡張した新古典派的な動学的応用一般均衡モデル(DCGEモデル)については、時系列的な現況再現性が低いことが課題として挙げられる。

また、応用一般均衡モデルで計測される交通施設整備による帰着便益は、符号が一般の感覚に合致しない場合があり、実務上は問題が大きい。

応用一般均衡モデルを空間的に拡張した空間的応用一般均衡モデル(SCGEモデル)については、他地域への通勤や他地域での買い物といった複雑な交通行動を表現するモデルを構築した場合、キャリブレーションにおけるパラメータの収束が困難になることが指摘されている。また、一般に、SCGEモデルの構築は、消費者余剰法による発生ベースの便益計測と比較して、多くの時間と労力を必要とするため、実務上困難を伴うことが多い。

### (2) マクロ計量経済モデルの課題

マクロ計量経済モデルについては、現況再現性が極めて良好である一方で、厳密な意味でのミクロ経済学的基礎を持たない、将来の構造変化に対応できないとの指摘がなされている。

また、マクロ計量経済モデルのアウトプット項目として、雇用への影響が計測可能である一方で、経済主体別の帰着便益、等価的偏差(EV)および補償的偏差(CV)を直接算出することができない点は、費用便益分析に適用する際には問題となる。さらに、交通施設整備による余暇時間の増加を効果として捉えられない、交通利用者便益と整合的でないとの指摘もなされている。

## 2-4 まとめ

本章では、もっとも一般的な交通施設整備の効果計測手法である伝統的 MD 分析（消費者余剰法）の概要と課題を示すとともに、大規模な交通施設整備を対象とした帰着効果計測手法である応用一般均衡モデルおよびマクロ計量経済モデルを取り上げ、理論的、実証的な特徴比較を行うことによりそれぞれの位置付けと課題を明らかにした。

伝統的 MD 分析による便益計測の課題としては、帰着便益や経済波及効果といった帰着ベースの効果計測が不可能であること、アメニティや景観向上等の非市場的項目の便益計測ができないことが示された。応用一般均衡モデルの課題としては、交通施設整備による時系列的な効果や雇用へ影響を把握できないこと、動学的に拡張した場合には現況再現性が乏しいこと、空間的に拡張した場合には実務的な労力が大きく他地域への通勤や買い物のモデル化が困難なこと、さらには、計測される帰着便益が一般の感覚に合致しない場合があることが挙げられた。一方、マクロ計量経済モデルの課題としては、厳密な意味でミクロ経済学的基礎を持たず将来の構造変化に対応できないこと、余暇時間増加を効果として捉えられないこと、交通利用者便益と整合的でないこと、経済主体別の帰着便益、等価的偏差（EV）および補償的偏差（CV）を計測できないことが示された。

以上の課題に対処するため、本研究の以下の章では、プロジェクト評価に対する最近の実務的要請（アウトプット項目の多様性、情報公開に対応した信頼性、効果計測の簡便性）を踏まえ、発生便益（利用者便益）を用いた簡易的な帰着便益の計測および一般の感覚との整合を意図した便益の実質化（第3章）、交通利用者便益との整合を考慮したマクロ計量経済モデルの構築およびマクロ計量経済モデルによる帰着便益の計測（第4章）、労働と資本の不均衡的な蓄積を考慮した現況再現性の高い動学的応用一般均衡モデル（第5章）について、実用的な効果計測手法を提案するとともに、首都圏の交通施設整備を対象とした実証分析の例を示す。

表 2.3 に、もっとも一般的な既存の交通施設整備効果の計測手法である伝統的 MD 分析（消費者余剰法）、応用一般均衡モデル（CGE モデル全般、SCGE モデル、DCGE モデル）およびマクロ計量経済モデルの課題、各課題と本論文の第3～5章との対応、すなわち本論文の第3章以降の位置付けを示す。

表 2.3 既存手法の課題と本論文の位置付け

既存手法	課題		本論文での対応
伝統的MD分析	・ 帰着ベースの効果を計測できない。	⇒	第3章
	・ 非市場的項目の便益を計測できない。		—
応用一般均衡モデル	・ 時系列的な効果を把握できない。 ・ 雇用への影響を把握できない。	⇒	第5章
	・ 計測される帰着便益が一般の感覚に合致しない場合がある	⇒	第3章
	空間的 (SCGE)	⇒	第3章
動学的 (DCGE)	・ 時系列的な現況再現性が低い。	⇒	第5章
マクロ計量経済モデル	・ 厳密な意味でミクロ経済学的基礎を持たない。 ・ 将来の構造変化に対応できない。 ・ 余暇時間増加を効果として捉えられない。		—
	・ 交通利用者便益と整合的でない。 ・ 帰着便益を計測できない。	⇒	第4章

## 【第2章の参考文献】

- 1) 佐藤 徹治、武藤 慎一、上田 孝行 (2002) : 交通施設整備評価におけるマクロ計量モデルと一般均衡モデル、「土木計画学研究・講演集」(CD-Rom)、Vol. 25、71
- 2) 佐藤 徹治、武藤 慎一、上田 孝行 (2002) : 交通施設整備評価におけるマクロ計量モデルとCGEモデル、「*IBS Annual Report* 研究活動報告 2001」、pp. 75-82、(財)計量計画研究所
- 3) (財)計量計画研究所 (2001) : 「ミクロ的基礎を踏まえたシミュレーションモデルに関する研究中間報告書」
- 4) 道路投資の評価に関する指針検討委員会 (1999) : 「道路投資の評価に関する指針 (案) 第2版」、(財)日本総合研究所
- 5) 国土交通省道路局、都市・地域整備局 (2003) : 「費用便益分析マニュアル」
- 6) (財)運輸政策研究機構 (1999) : 「鉄道プロジェクトの費用対効果分析マニュアル99 (案)」
- 7) 港湾投資の社会経済効果に関する調査委員会 (1999) : 「港湾投資の評価に関するガイドライン1999 (案)」
- 8) 松尾 匡 (1999) : 「標準マクロ経済学 ミクロ的基礎・伸縮的価格・市場均衡論で学ぶ」、中央経済社
- 9) 森杉 壽芳、林山 泰久 (1992) : 明治・大正期鉄道網形成の社会的便益、「土木学会論文集」、No. 440/IV-16、pp. 71-80
- 10) 安藤 朝夫、溝上 章志 (1993) : 土木計画学における均衡概念と応用一般均衡 (AGE) 分析、「土木計画学研究・論文集」、招待論文、No. 11、pp. 29-40
- 11) 山内 弘隆、上田 孝行、河合 毅治 (1999) : 一般均衡モデルによる高速道路の費用便益分析、「高速道路と自動車」、No. 42、Vol. 5、pp. 22-30
- 12) 文 世一 (1997) : 「地域間人口配分からみた交通ネットワークの評価 研究成果報告書」、東北建設協会 建設事業の技術助成に関する助成 (助成番号 95-06)
- 13) 武藤 慎一 (2002) : 「動学的応用一般均衡モデルによる外部不経済削減政策の経済評価」、平成12・13年度科学研究費補助金 (奨励研究(A)) 研究成果報告書、課題番号 : 12750476
- 14) 吉野 直行、上田 孝行、佐藤 徹治 (2002) : 地域計量経済モデルによる首都高速中央環状線の事業効果計測、特集論文 都市高速道路、「新都市」、第56巻 第2号、pp. 21-29
- 15) Komei SASAKI, Tetsuji SATO and Sotaro KUNIHISA (1999): Macro Economic Effect of Road Transport Policies: Empirical Analysis for Japan, *Interdisciplinary Information Sciences*, Vol.5, No.1, TOHOKU University, Japan, pp.45-54
- 16) 国久 莊太郎 (1997) : 新たな道路整備五箇年計画の実施による経済効果計測、特集 21世紀に向けた新たな道路政策の課題、「道路交通経済」、'97-10、pp. 28-35
- 17) 建設省道路局、(財)計量計画研究所 (1998) : 「道路投資の経済効果に関する研究」
- 18) 国土交通省道路局、(財)計量計画研究所 (2003) : 「道路投資の経済効果に関する研究」
- 19) 土木学会土木計画学研究委員会 (1998) : 「応用一般均衡モデルの公共投資評価への適用」、土木計画学ワンデーセミナー シリーズ15
- 20) 岐阜大学工学部公共投資評価研究グループ (1997) : 「公共投資の評価手法ー拡張費用便益分析の基礎的考え方から適用法までー」

- 21) 中村 英夫 [編] (1997)、道路投資評価研究会 [著] : 「道路投資の社会経済評価」、東洋経済新報社
- 22) 吉野 直行、中島 隆信 [編] (1999) : 「公共投資の経済効果」、日本評論社
- 23) 森杉 壽芳 [編] (1997) : 「社会資本整備の便益評価 一般均衡理論によるアプローチ」、日本交通政策研究会 研究双書12、勁草書房
- 24) 内閣府経済社会総合研究所 (2001) : 「国民経済計算年報 平成13年版」
- 25) 内閣府経済社会総合研究所 (2001) : 「民間企業資本ストック年報」
- 26) 総務省統計局 (2001) : 「労働力調査年報」
- 27) 厚生労働省 (2001) : 「毎月勤労統計調査年報」
- 28) 国土交通省道路局 (各年) : 「道路時刻表」
- 29) 国土交通省道路局 (1999) : 「平成11年度 道路交通センサス自動車起終点調査 基本集計表」

## 第3章 発生便益を用いた帰着便益の簡易計測手法

### 3-1 はじめに

交通施設整備による利用者便益（発生ベースの直接便益）は、家計や企業といった各経済主体の行動変化を伴って社会全体に波及していき、最終的には様々な地域の家計の効用水準の向上に帰着する。例えば、交通施設整備による企業の交通の時間短縮は、輸送する財の価格を低下させ、多くの地域で財の消費者である家計の効用水準を向上させる。最終的に各地域の家計に帰着する便益（帰着ベースの間接便益）の計測は、受益と負担の関係から費用負担の地域間公平性等を議論する上で、非常に重要である。ところが、既存の交通施設整備を対象とした費用便益分析マニュアル<sup>4)5)6)7)</sup>では、交通市場での発生ベースの便益のみが扱われており、便益の最終的な帰着先を計測する方法は示されていない。

交通施設整備による地域別、経済主体別の帰着便益の計測手法としては、応用一般均衡モデル（CGE: Computable General Equilibrium Model）を空間的に拡張した空間的応用一般均衡モデル（SCGE: Spatial Computable General Equilibrium Model）<sup>8)9)</sup>など多数が開発されており、交通プロジェクト評価の実務においても適用され始めている<sup>例えば 10)</sup>。しかし、空間的応用一般均衡モデルによる帰着便益計測は、一般に発生ベースの便益の計測と比較して多大な労力が必要とされる。このため、すべてのプロジェクト評価に対して空間的応用一般均衡モデルを構築するのは現実的には困難であり、多くの実際のプロジェクト評価ではマニュアルに基づく発生ベースの便益のみが計測されているのが実情である。

ところで、応用一般均衡モデルや空間的応用一般均衡モデルによって計測される交通施設整備の経済主体別帰着便益は、通常、名目価格体系で表示される。名目価格体系で表示される場合、ワルラス均衡の下では、交通施設整備によって輸送費が減少すると、財・サービス価格に波及して財・サービス価格の低下を招き、企業が支払う労働賃金率、資本レンタル価格もまた減少する。このことは交通施設整備によって家計の受け取る労働賃金が減少することを意味し、一般的な感覚と合致しない。したがって、交通施設の整備効果として最終的な整備費用の負担者である市民や国民に提示する際、混乱を招く可能性がある。実際には、財・サービス価格の低下が労働賃金率の減少分を上回るため、家計にとっての消費可能な財・サービスの量は増加する。すなわち、実質価格体系で表示した家計の受け取り賃金（実質所得）は増加することとなる。もちろん、財・サービス価格の低下（あるいは実質所得の増加）に伴う消費や生産の増加といった波及効果を考慮すると、家計が受け取る実質所得はさらに増加する。このため、名目価格体系で表示した家計所得も交通施設整備前と比較して増加する可能性がある。

以上の背景を踏まえ、本章では、空間的応用一般均衡モデルの構築よりも容易に多くの交通施設整備プロジェクトに適用し得る、地域別経済主体別帰着便益の簡易計測手法を開発するとともに、便益および整備費用を一般の感覚に合致する実質価格体系に変換する方法を示す。さらに、開発した手法を首都圏における仮想的な交通施設整備プロジェクトに適用した実証分析の例を示す。

### 3-2 発生便益を用いた帰着便益の導出

#### (1) 前提条件

帰着便益の簡易計測にあたり、以下の i) ~ v) の仮定をおく。

- i) 経済は、国全体で閉じており、国全体で一般均衡が成立している。
- ii) 労働および資本市場に関しては、モデル対象圏域内で需要と供給の均衡が成立している。財市場については、対象圏域外への漏れ（域外生産財の移入、域内生産財の移出）を考慮する。
- iii) 企業による生産は、規模に関して収穫一定であり、交通施設整備による企業への超過利潤は発生しない。
- iv) 交通施設整備によって、財、労働、資本および交通に関して、価格のみが変化し量は変化しない。

市場均衡とモデル対象圏域の関係を以下に示す。

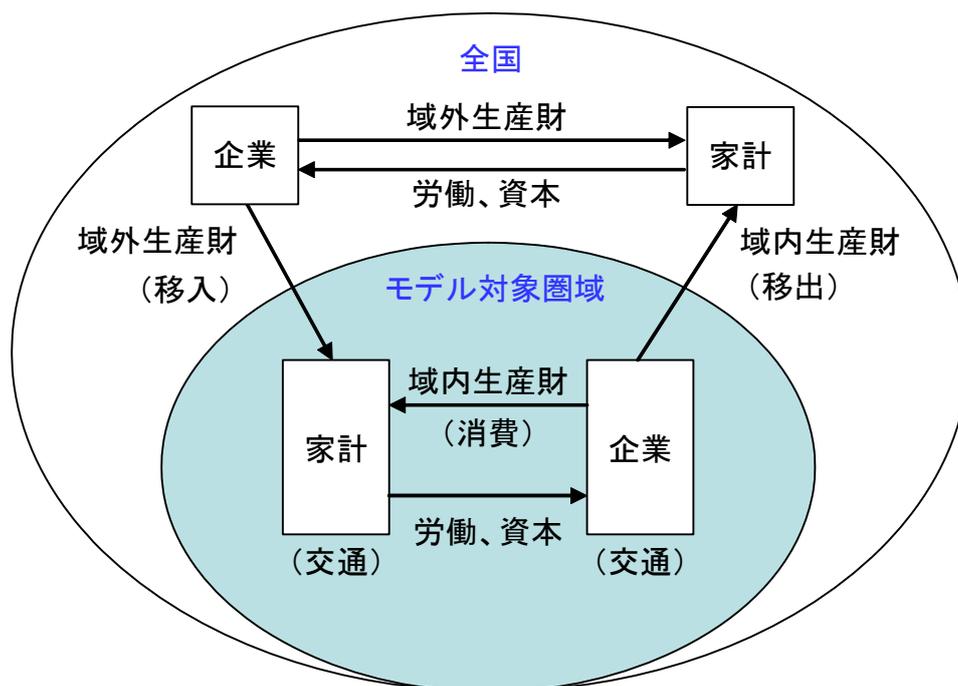


図 3.1 市場均衡とモデル対象圏域

## (2) 帰着便益の導出

まず、モデル対象圏域全体（1地域）での便益帰着構成表の考え方および発生便益（交通利用者便益）を用いた帰着便益の導出方法を示す。

前提条件に従い、対象圏域内の家計の所得制約は(3.1)式、対象圏域外の家計の所得制約は(3.2)式で表される。ここで、対象圏域外の生産財を価値尺度財（ニューメレール、価格＝1）と仮定している。

$$p_I X_{II} + X_{JI} = w_I(L_{II} + L_{IJ}) + r_I(K_{II} + K_{IJ}) \quad (3.1)$$

$$p_I X_{IJ} + X_{JJ} = w_J(L_{JI} + L_{JJ}) + r_J(K_{JI} + K_{JJ}) \quad (3.2)$$

ここで、式中の各変数の意味は、以下の通りである。

$I$  : 対象圏域内       $J$  : 対象圏域外

$p_I$  : 域内生産財の価格       $w_I$  : 域内の労働賃金       $r_I$  : 域内の資本のレンタル価格

$w_J$  : 域外の労働賃金       $r_J$  : 域外の資本のレンタル価格

$X_{II}$  : 域内生産財の域内家計による消費量       $X_{JI}$  : 域外生産財の域内家計による消費量

$X_{IJ}$  : 域内生産財の域外家計による消費量       $X_{JJ}$  : 域外生産財の域外家計による消費量

$L_{II}$  : 域内企業の生産のうちの域内消費分に対する域内家計による労働投入量

$L_{IJ}$  : 域内企業の生産のうちの域外消費（移出）分に対する域内家計による労働投入量

$L_{JI}$  : 域外企業の生産のうちの域内消費（移入）分に対する域外家計による労働投入量

$L_{JJ}$  : 域外企業の生産のうちの域外消費分に対する域外家計による労働投入量

$K_{II}$  : 域内企業の生産のうちの域内消費分に対する域内家計による資本投入量

$K_{IJ}$  : 域内企業の生産のうちの域外消費（移出）分に対する域内家計による資本投入量

$K_{JI}$  : 域外企業の生産のうちの域内消費（移入）分に対する域外家計による資本投入量

$K_{JJ}$  : 域外企業の生産のうちの域外消費分に対する域外家計による資本投入量

また、対象圏域内の企業の利潤は(3.3)式、対象圏域外の企業の利潤は(3.4)式で表される。

$$\pi_I = p_I(X_{II} + X_{IJ}) - w_I(L_{II} + L_{IJ}) - r_I(K_{II} + K_{IJ}) - q_I Q_{II} - q_J Q_{IJ} \quad (3.3)$$

$$\pi_J = (X_{JI} + X_{JJ}) - w_J(L_{JI} + L_{JJ}) - r_J(K_{JI} + K_{JJ}) - q_I Q_{JI} - q_J Q_{JJ} \quad (3.4)$$

ここで、 $\pi_I$  は域内企業の利潤、 $\pi_J$  は域外企業の利潤を表す。また、 $q_I$  は域内の交通価格、 $q_J$  は域外の交通価格、 $Q_{II}$  は域内企業による域内での利用交通量、 $Q_{IJ}$  は域内企業による域外での利用交通量、 $Q_{JI}$  は域外企業による域内での利用交通量、 $Q_{JJ}$  は域外企業による域外での利用交通量である。

前提条件 iii)、iv) より、(3.3)、(3.4)式を全微分して0とおくと、(3.5)、(3.6)式が導かれる。

$$(X_{11} + X_{1J})dp_1 = (L_{11} + L_{1J})dw_1 + (K_{11} + K_{1J})dr_1 + Q_{11}dq_1 + Q_{1J}dq_J \quad (3.5)$$

$$0 = (L_{J1} + L_{JJ})dw_J + (K_{J1} + K_{JJ})dr_J + Q_{J1}dq_1 + Q_{JJ}dq_J \quad (3.6)$$

(3.5)式の左辺は、域内生産財の価格変化による便益を表している。(3.5)、(3.6)式の右辺第1項は労働賃金の変化による便益、右辺第2項は資本レンタル価格の変化による便益、第3項は域内での企業の交通利用者便益、第4項は域外での企業の交通利用者便益である。

これらの便益および家計の交通利用者便益を対象圏域内外別、経済主体別に整理した便益帰着構成表は以下のようになる。

表 3.1 対象圏域内外の便益帰着構成表

	対象圏域内		対象圏域外		合計
	家計	企業	家計	企業	
交通利用者便益	$-Q'_{11}dq_1$ $-Q'_{1J}dq_J$	$-Q_{11}dq_1$ $-Q_{1J}dq_J$	$-Q'_{J1}dq_1$ $-Q'_{JJ}dq_J$	$-Q_{J1}dq_1$ $-Q_{JJ}dq_J$	$\Delta U$
財価格変化による便益	$-X_{11}dp_1$	$(X_{11} + X_{1J})dp_1$	$-X_{1J}dp_1$	0	0
労働賃金変化による便益	$(L_{11} + L_{1J})dw_1$	$-(L_{11} + L_{1J})dw_1$	$(L_{J1} + L_{JJ})dw_J$	$-(L_{J1} + L_{JJ})dw_J$	0
資本価格変化による便益	$(K_{11} + K_{1J})dr_1$	$-(K_{11} + K_{1J})dr_1$	$(K_{J1} + K_{JJ})dr_J$	$-(K_{J1} + K_{JJ})dr_J$	0
合計	$\Delta U_1$	0	$\Delta U_J$	0	$\Delta U$

注)  $\Delta U = -(Q_{11} + Q'_{11} + Q_{1J} + Q'_{1J})dq_1 - (Q_{1J} + Q'_{1J} + Q_{JJ} + Q'_{JJ})dq_J$   
 $\Delta U_1 = -(Q_{11} + Q'_{11})dq_1 - (Q_{1J} + Q'_{1J})dq_J + X_{1J}dp_1$   
 $\Delta U_J = -(Q_{J1} + Q'_{J1})dq_1 - (Q_{JJ} + Q'_{JJ})dq_J - X_{1J}dp_1$   
 $Q$ : 企業の交通量、 $Q'$ : 家計の交通量

いま、対象圏域内の企業の利潤のうち、財市場、労働市場、資本市場の均衡に関しては対象圏域内市場で需要と供給が均衡している部分だけ、交通に関しては対象圏域内の利用分だけを取り出すことを考える。このとき、域内企業の利潤の該当部分は下式で表される。

$$\pi_{11} = p_1 X_{11} - w_1 L_{11} - r_1 K_{11} - q_1 Q_{11} \quad (3.7)$$

ここで、 $\pi_{11}$ は域内企業の利潤のうち、域内での財供給（域内消費分）、域内での交通利用に関する部分である。

(3.7)式を全微分して0とおくと、(3.8)式が導かれる。

$$X_{11}dp_1 = L_{11}dw_1 + K_{11}dr_1 + Q_{11}dq_1 \quad (3.8)$$

(3.8)式の各項で示される便益を便益帰着構成表として整理すると、表 3.2 のようになる。表 3.2 の中で示される便益は、表 3.1 の中で示された便益の一部を取り出したものとなっている。

表 3.2 対象圏域内の便益帰着構成表（域内での財供給・財消費・交通利用に関する部分）

	対象圏域内		合計
	家計	企業	
交通利用者便益	$-Q'_{II} dq_I$	$-Q_{II} dq_I$	$-(Q_{II} + Q'_{II})dq_I$
財価格変化による便益	$-X_{II} dp_I$	$X_{II} dp_I$	0
労働賃金変化による便益	$L_{II} dw_I$	$-L_{II} dw_I$	0
資本価格変化による便益	$K_{II} dr_I$	$-K_{II} dr_I$	0
合計	$-(Q_{II} + Q'_{II})dq_I$	0	$-(Q_{II} + Q'_{II})dq_I$

注)  $Q_{II}$  : 域内企業による域内での利用交通量  
 $Q'_{II}$  : 域内家計による域内での利用交通量  
 $dq_I$  : 域内の交通価格の変化  
 $X_{II}$  : 域内生産財の域内家計による消費量  
 $dp_I$  : 域内生産財の価格の変化  
 $L_{II}$  : 域内企業の生産のうちの域内消費分に対する労働投入量  
 $dw_I$  : 域内の賃金率の変化  
 $K_{II}$  : 域内企業の生産のうちの域内消費分に対する資本投入量  
 $dr_I$  : 域内の資本レンタル価格の変化

本章の簡易計測手法では、表 3.2 に示される便益を取り扱う。ここで、交通利用者便益は、消費者余剰法（費用便益分析マニュアル）に基づき別途計測されているものとする。このため、その他の帰着便益（財価格の変化による便益、労働賃金の変化による便益、資本レンタル価格の変化による便益）と交通利用者便益との関係を導出し、帰着便益を交通利用者便益から算出することを考える。

帰着便益と交通利用者便益との関係の導出に際し、生産要素価格（労働賃金、資本のレンタル価格）の変化および生産技術について、それぞれ2つのケースを仮定する。すなわち、生産要素価格の変化については、(a) 極めて微小で無視できるケースと (b) 非微小で無視できないケース、生産技術については、1) レオンチェフ型生産技術、2) コブ・ダグラス型生産技術の2ケースを仮定する。なお、以下では、サフィックス  $I$  は自明のため省略する。

(a) 生産要素価格の変化が微小なケース

生産要素価格（労働賃金および資本のレンタル価格）の変化が微小で無視できるとき、労働および資本レンタルによる所得の変化もほぼ0に等しくなり、(3.9)式および(3.10)式が近似できる。

$$Ldw = 0 \quad (3.9)$$

$$Kdr = 0 \quad (3.10)$$

このとき、(3.8)式から(3.11)式が導かれる。

$$Xdp = Qdq \quad (3.11)$$

すなわち、生産要素価格の変化が微小なケースでは、交通施設整備による企業の直接便益は生産技術に依存せず、すべて財価格の変化による便益に帰着する。したがって、企業の利用者便益が既知であれば、企業および家計への帰着便益も同時に把握可能となる。

(b) 生産要素価格の変化が非微小なケース

1) レオンチェフ型生産技術を仮定するケース

レオンチェフ型生産技術を仮定したレオンチェフ型生産関数は、(3.12)式で表される。

$$X = \min \left\{ \frac{L}{a_1}, \frac{K}{a_2}, \frac{Q}{a_3} \right\} \quad (3.12)$$

ここで、 $a_1$ 、 $a_2$ 、 $a_3$ はパラメータ ( $a_1 + a_2 + a_3 = 1$ ) である。

(3.12)式より、生産量と各生産要素の関係は(3.13)～(3.15)式で表される。

$$a_1 X = L \quad (3.13)$$

$$a_2 X = K \quad (3.14)$$

$$a_3 X = Q \quad (3.15)$$

生産要素価格の変化が非微小で無視できない場合、(3.13)～(3.15)式から(3.16)～(3.18)式が導かれる。

$$X dp = \frac{1}{a_1} \frac{dp}{dw} L dw \quad (3.16)$$

$$X dp = \frac{1}{a_2} \frac{dp}{dr} K dr \quad (3.17)$$

$$X dp = \frac{1}{a_3} \frac{dp}{dq} Q dq \quad (3.18)$$

ここで、 $dp$  は財の価格変化、 $dw$  は労働賃金の変化、 $dr$  は資本のレンタル価格の変化、 $dq$  は交通費用の変化を表している。

(3.18)式は、交通利用者便益と財価格の変化による便益の関係を示している。

(3.18)式を(3.16)、(3.17)式に代入することにより、交通利用者便益と労働賃金の変化による便益、資本のレンタル価格の変化による便益の関係を示す(3.19)、(3.20)式を得る。

$$L dw = \frac{a_1}{a_3} \frac{dw}{dq} Q dq \quad (3.19)$$

$$K dr = \frac{a_2}{a_3} \frac{dr}{dq} Q dq \quad (3.20)$$

(3.18)～(3.20)式から、生産要素価格の変化が非微小でレオンチェフ型生産技術を仮定する場合、財価格の変化による便益、労働賃金の変化による便益、資本のレンタル価格の変化による便益は、直接便益と生産関数のパラメータ、および生産要素価格の変化で表される。

したがって、このケースでは、各生産要素価格の変化を別途推計する必要がある。すなわち、このケースでは利用者便益から帰着便益を簡易的に計測するのは困難である。

## 2) コブ・ダグラス型生産技術を仮定するケース

コブ・ダグラス型の生産技術を仮定した企業のコブ・ダグラス型生産関数は、(3.21)式で表される。

$$X = c_0 L^{a_1} K^{a_2} Q^{a_3} \quad (3.21)$$

ここで、 $a_1$ 、 $a_2$ 、 $a_3$ はパラメータである。

(3.21)式の生産制約の下、(3.7)式の利潤最大化の条件より、(3.22)～(3.24)式が成立する。

$$\frac{\partial \pi}{\partial L} = a_1 \frac{pX}{L} - w = 0 \quad (3.22)$$

$$\frac{\partial \pi}{\partial K} = a_2 \frac{pX}{K} - r = 0 \quad (3.23)$$

$$\frac{\partial \pi}{\partial Q} = a_3 \frac{pX}{Q} - q = 0 \quad (3.24)$$

これらを整理すると、(3.25)～(3.27)式となる。

$$wL = a_1 pX \quad (3.25)$$

$$rK = a_2 pX \quad (3.26)$$

$$qQ = a_3 pX \quad (3.27)$$

(3.25)～(3.27)式を全微分すると、生産要素価格の変化が非微小で無視できない場合、(3.28)～(3.30)式が導かれる。

$$Ldw = a_1 Xdp \quad (3.28)$$

$$Kdr = a_2 Xdp \quad (3.29)$$

$$Qdq = a_3 Xdp \quad (3.30)$$

(3.30)式を  $Xdp$  について整理すると、財価格の変化による便益  $Xdp$  を交通利用者便益  $Qdq$  のみで説明した関係式が得られる。

$$Xdp = \frac{1}{a_3} Qdq \quad (3.31)$$

(3.31)式を(3.28)、(3.29)式に代入すると、労働賃金の変化による便益および資本レンタル価格の変化による便益を交通利用者便益のみで説明した関係式が得られる。

$$Ldw = \frac{a_1}{a_3} Qdq \quad (3.32)$$

$$Kdr = \frac{a_2}{a_3} Qdq \quad (3.33)$$

(3.31)～(3.33)式より、生産要素価格の変化が非微小でコブ・ダグラス型生産技術を仮定する場合、財価格の変化による便益、労働賃金の変化による便益、資本のレンタル価格の変化による便益は、交通利用者便益と生産関数のパラメータのみで表されることが分かる。

したがって、このケースでは、生産関数のパラメータを推定できれば、別途、消費者余剰法（費用便益分析マニュアル）によって計測される地域別の企業の交通利用者便益を用いて、各地域の企業および家計への帰着便益を簡易的に計測することが可能となる。

### 3-3 多地域便益帰着構成表

次に、対象圏域内に複数の地域が存在する場合の地域別帰着便益の計測方法を示す。なお、ここでの「地域」は、1つの都市圏内の地域を想定し、地域間で価格差はないと仮定する。

いま、地域別の交通利用者便益および前節で示した簡易計測手法により、各地域の企業に帰着する、財価格の変化による便益、労働賃金の変化による便益、資本のレンタル価格の変化による便益が計測されているものとする。このとき、各地域に居住する家計に帰着する、財価格の変化による便益、労働賃金の変化による便益、資本のレンタル価格の変化による便益は、地域間相互での財の消費や従業、資本取引を考慮すると、それぞれ(3.34)～(3.36)式で表される。

$$X_i' dp = \sum_j \left( \frac{x_{ij}}{\sum_i x_{ij}} X_j dp \right) \quad (3.34)$$

$$L_i' dw = \sum_j \left( \frac{l_{ij}}{\sum_i l_{ij}} L_j dw \right) \quad (3.35)$$

$$K_i' dr = \sum_j \left( \frac{k_{ij}}{\sum_i k_{ij}} K_j dr \right) \quad (3.36)$$

ここで、 $i, j$  は地域を表している。 $X_j$  は地域  $j$  の企業による財の販売量、 $X_i'$  は地域  $i$  の家計による財の購入量、 $L_j$  は地域  $j$  の企業による労働の雇用量、 $L_i'$  は地域  $i$  の家計による労働の投入量、 $K_j$  は地域  $j$  の企業による資本レンタル量、 $K_i'$  は地域  $i$  の家計による資本の貸出量である。また、 $x_{ij}$  は地域  $i$  の家計による地域  $j$  の企業が生産した財の購入額、 $l_{ij}$  は地域  $i$  の家計による地域  $j$  の企業からの労働賃金の受取額、 $k_{ij}$  は地域  $i$  の家計による地域  $j$  の企業からの資本レンタル料の受取額である。

したがって、各地域の家計に帰着する、財価格の変化による便益、労働賃金の変化による便益、資本のレンタル価格の変化による便益は、各地域における企業による財の地域別販売比率、労働賃金の地域別支払比率、資本レンタル料の地域別支払比率が与えられれば、容易に計測できることが分かる。

表 3.3 に、対象圏域内の地域が 2 地域の場合の各地域における企業および家計の帰着便益を整理した便益帰着構成表を示す。ここで、各帰着便益は対象圏域全体では企業と家計でキャンセルアウトされて 0 となるが、それぞれの地域においてはキャンセルアウトされない。このため、最終的な家計への帰着便益は、対象圏域全体では企業と家計の交通利用者便益の合計に一致するものの、それぞれの地域では一致しない。

表 3.3 2 地域の場合の便益帰着構成表

	地域1		地域2		合計
	家計	企業	家計	企業	
交通利用者便益	$-Q_1'dq$	$-Q_1dq$	$-Q_2'dq$	$-Q_2dq$	$-Q_1dq - Q_1'dq$ $-Q_2dq - Q_2'dq$
財価格変化による便益	$-X_1'dp$	$X_1dp$	$-X_2'dp$	$X_2dp$	0
労働賃金の変化による便益	$L_1'dw$	$-L_1dw$	$L_2'dw$	$-L_2dw$	0
資本価格の変化による便益	$K_1'dr$	$-K_1dr$	$K_2'dr$	$-K_2dr$	0
合計	$\Delta U_1$	0	$\Delta U_2$	0	$-Q_1dq - Q_1'dq$ $-Q_2dq - Q_2'dq$

注)  $\Delta U_1 = -Q_1'dq - X_1'dp + L_1'dw + K_1'dr$

$\Delta U_2 = -Q_2'dq - X_2'dp + L_2'dw + K_2'dr$

$Q$ : 企業の交通量、 $Q'$ : 家計の交通量

$X$ : 企業の財生産量、 $X'$ : 家計の財消費量

$L$ : 企業の労働需要量、 $L'$ : 家計の労働供給量

$K$ : 企業の資本需要量、 $K'$ : 家計の資本供給量

$dq$ : 交通サービス価格の変化、 $dp$ : 財価格の変化

$dw$ : 賃金率の変化、 $dr$ : 資本レンタル価格の変化

### 3-4 便益の実質化

#### (1) 便益の実質化の考え方

本章で提案している簡易計測手法、あるいは応用一般均衡モデルや空間的応用一般均衡モデルによって計測される交通施設整備による便益は名目価格体系で表示されるため、家計の労働賃金の変化による便益がマイナスとなるなど一般的な感覚と合致しない場合がある。そこで、ここでは、名目価格体系の便益を一般的な感覚に合致する実質価格体系に変換する方法を示す。なお、ここでの実質価格とは、ある年の財の価格水準を基準とした相対的な価格を意味する。すなわち、財価格の基準物価水準からの変化率と比較して、労働賃金や資本レンタル価格等が相対的にどの程度変化するかを表している。これによって、例えば、交通施設整備による労働賃金の減少が実質的に家計に及ぼす影響を表現することができる。

本節では、地域を考慮せず、1地域の経済主体別帰着便益を取り扱うが、提案する実質価格体系への変換方法は、多地域（地域別経済主体別帰着便益）の場合においても適用可能である。

いま、ある便益項目  $BEN$  に関連した名目支払額（＝名目受取額）を  $Y$ 、一般物価水準（＝財価格）を  $p$  とし、基準年を上添え字  $B$  で表すと、交通施設整備なし、ありの状態における実質支払額（＝実質受取額）は以下ようになる。なお、一般物価水準は対象圏域内で変わらないと仮定する。

$$Y_r^o = \frac{Y^o}{p^o/p^B} \quad (3.37)$$

$$Y_r^w = \frac{Y^w}{p^w/p^B} \quad (3.38)$$

ここで、上添え字  $o$  は交通施設整備なし、 $w$  は交通施設整備ありの状況を表す。 $Y_r$  は便益に関連する実質支払額（＝実質受取額）、 $Y$  は便益に関連する名目支払額（＝名目受取額）、 $p$  は財価格、 $p^B$  は基準年における財価格である。

このとき、家計または企業に帰着する実質便益は、(3.37)式と(3.38)式の差として、(3.39)式または(3.39)'式のように表される。

$$BEN_r = \frac{Y^o}{p^o/p^B} - \frac{Y^w}{p^w/p^B} \quad (3.39)$$

$$BEN_r = \frac{Y^w}{p^w/p^B} - \frac{Y^o}{p^o/p^B} \quad (3.39)'$$

ここで、 $BEN_r$  は実質便益である。

## (2) 実質帰着便益構成表

交通施設整備による交通利用者便益、財価格の変化による便益、労働賃金の変化による便益、資本レンタル価格の変化による便益に関して、以上の実質化の考え方を適用する。

まず、交通施設整備なし (without)、交通施設整備あり (with) の状況におけるそれぞれの便益に対応する名目支払額 (=受取額) は以下のようなになる。

表 3.4 項目別名目支払額 (=受取額) の変化

	without	with
交通一般化費用	$TC_h^o + TC_f^o$	$TC_h^w + TC_f^w$
財消費額 (=生産額)	$p^o X$	$p^w X$
賃金受取額 (=支払額)	$w^o L$	$w^w L$
資本受取額 (=支払額)	$r^o K$	$r^w K$

注)  $o$ : 交通施設整備なし     $w$ : 交通施設整備あり  
 $h$ : 家計     $f$ : 企業  
 $TC$ : 交通一般化費用  
 $p$ : 財価格     $X$ : 財生産量 (=消費量)  
 $w$ : 労働賃金     $L$ : 労働量  
 $r$ : 資本レンタル価格     $K$ : 資本レンタル量

表 3.4 の各項目について、(3.37)、(3.38)式にしたがって、実質価格ベースに変換すると表 3.5 のようになる。

表 3.5 項目別実質支払額 (=受取額) の変化

	without	with
交通一般化費用	$\frac{TC_h^o + TC_f^o}{p^o / p^B}$	$\frac{TC_h^w + TC_f^w}{p^w / p^B}$
財消費額 (=生産額)	$\frac{p^o X}{p^o / p^B}$	$\frac{p^w X}{p^w / p^B}$
賃金受取額 (=支払額)	$\frac{w^o L}{p^o / p^B}$	$\frac{w^w L}{p^w / p^B}$
資本受取額 (=支払額)	$\frac{r^o K}{p^o / p^B}$	$\frac{r^w K}{p^w / p^B}$

注)  $p^B$ : 基準年における財価格

したがって、実質価格ベースの便益帰着構成表は、項目別実質支払額 (=受取額) の変化 (with - without、または without - with) を整理することにより得られる。実質便益帰着構成表を表 3.6 に示す。

表 3.6 交通施設整備による実質帰着便益構成表

便益	家計	企業	合計
交通利用者便益	$\frac{TC_h^o}{p^o/p^B} - \frac{TC_h^w}{p^w/p^B}$	$\frac{TC_f^o}{p^o/p^B} - \frac{TC_f^w}{p^w/p^B}$	$\frac{TC_h^o + TC_f^o}{p^o/p^B} - \frac{TC_h^w + TC_f^w}{p^w/p^B}$
財価格の変化による便益	$\frac{p^o X}{p^o/p^B} - \frac{p^w X}{p^w/p^B}$	$\frac{p^w X}{p^w/p^B} - \frac{p^o X}{p^o/p^B}$	0
賃金変化による便益	$\frac{w^w L}{p^w/p^B} - \frac{w^o L}{p^o/p^B}$	$\frac{w^o L}{p^o/p^B} - \frac{w^w L}{p^w/p^B}$	0
資本価格変化による便益	$\frac{r^w K}{p^w/p^B} - \frac{r^o K}{p^o/p^B}$	$\frac{r^o K}{p^o/p^B} - \frac{r^w K}{p^w/p^B}$	0
合計	$\frac{TC_h^o + p^o X - w^o L - r^o K}{p^o/p^B} - \frac{TC_h^w + p^w X - w^w L - r^w K}{p^w/p^B}$	$\frac{TC_f^o - p^o X + w^o L + r^o K}{p^o/p^B} - \frac{TC_f^w - p^w X + w^w L + r^w K}{p^w/p^B}$	$\frac{TC_h^o + TC_f^o}{p^o/p^B} - \frac{TC_h^w + TC_f^w}{p^w/p^B}$

経済主体として、家計、企業の他に、政府を考える場合には、支払（受取）項目としての税、税変化による便益を考慮する必要がある。税を所得税、法人税、資本関連税、消費税に大別すると、交通施設整備なし（without）、交通施設整備あり（with）の状況における各項目の名目および実質の支払額（＝受取額）は表 3.7、表 3.8 のようになる。

表 3.7 項目別名目支払額（＝受取額）の変化（政府を考慮する場合）

	without	with
交通一般化費用	$TC_h^o + TC_f^o$	$TC_h^w + TC_f^w$
財消費額（＝生産額）	$p^o X$	$(p^w)' X$
賃金受取額（＝支払額）	$w^o L$	$w^w L$
資本受取額（＝支払額）	$r^o K$	$r^w K$
所得税	$TX_i^o$	$TX_i^w$
法人税	$TX_f^o$	$TX_f^w$
資本関連税	$TX_k^o$	$TX_k^w$
消費税	$TX_c^o$	$TX_c^w$

注)  $o$  : 交通施設整備なし       $w$  : 交通施設整備あり

$h$  : 家計       $f$  : 企業

$TC$  : 交通一般化費用

$p$  : 財価格       $X$  : 財生産量（＝消費量）

$w$  : 労働賃金       $L$  : 労働量

$r$  : 資本レンタル価格       $K$  : 資本レンタル量

$TX_i$  : 所得税収       $TX_f$  : 法人税収

$TX_k$  : 資本関連税収       $TX_c$  : 消費税収

$(p^w)'$  : 交通施設整備ありの状況における税収を考慮した財価格

表 3.8 項目別実質支払額 (=受取額) の変化 (政府を考慮する場合)

	without	with
交通一般化費用	$\frac{TC_h^o + TC_f^o}{p^o / p^B}$	$\frac{TC_h^w + TC_f^w}{(p^w) / p^B}$
財消費額 (=生産額)	$\frac{p^o X}{p^o / p^B}$	$\frac{p^w X}{(p^w) / p^B}$
賃金受取額 (=支払額)	$\frac{w^o L}{p^o / p^B}$	$\frac{w^w L}{(p^w) / p^B}$
資本受取額 (=支払額)	$\frac{r^o K}{p^o / p^B}$	$\frac{r^w K}{(p^w) / p^B}$
所得税	$\frac{TX_i^o}{p^o / p^B}$	$\frac{TX_i^w}{(p^w) / p^B}$
法人税	$\frac{TX_f^o}{p^o / p^B}$	$\frac{TX_f^w}{(p^w) / p^B}$
資本関連税	$\frac{TX_k^o}{p^o / p^B}$	$\frac{TX_k^w}{(p^w) / p^B}$
消費税	$\frac{TX_c^o}{p^o / p^B}$	$\frac{TX_c^w}{(p^w) / p^B}$

注)  $p^B$  : 基準年における財価格

したがって、政府を考慮した場合の実質便益帰着構成表として、表 3.9 が得られる。

表 3.9 交通施設整備による実質帰着便益構成表（政府を考慮する場合）

便益	家計	企業	政府	合計
交通利用者便益	$\frac{TC_h^o}{p^o/p^B} - \frac{TC_h^w}{(p^w)'/p^B}$	$\frac{TC_f^o}{p^o/p^B} - \frac{TC_f^w}{(p^w)'/p^B}$		$\frac{TC_h^o + TC_f^o}{p^o/p^B} - \frac{TC_h^w + TC_f^w}{(p^w)'/p^B}$
財価格の変化による便益	$\frac{p^o X}{p^o/p^B} - \frac{p^w X}{(p^w)'/p^B}$	$\frac{p^w X}{(p^w)'/p^B} - \frac{p^o X}{p^o/p^B}$		0
賃金変化による便益	$\frac{w^w L}{(p^w)'/p^B} - \frac{w^o L}{p^o/p^B}$	$\frac{w^o L}{p^o/p^B} - \frac{w^w L}{(p^w)'/p^B}$		0
資本価格変化による便益	$\frac{r^w K}{(p^w)'/p^B} - \frac{r^o K}{p^o/p^B}$	$\frac{r^o K}{p^o/p^B} - \frac{r^w K}{(p^w)'/p^B}$		0
所得税変化による便益	$\frac{TX_i^o}{p^o/p^B} - \frac{TX_i^w}{(p^w)'/p^B}$		$\frac{TX_i^w}{(p^w)'/p^B} - \frac{TX_i^o}{p^o/p^B}$	0
法人税変化による便益		$\frac{TX_f^o}{p^o/p^B} - \frac{TX_f^w}{(p^w)'/p^B}$	$\frac{TX_f^w}{(p^w)'/p^B} - \frac{TX_f^o}{p^o/p^B}$	0
資本税変化による便益	$\frac{TX_k^o}{p^o/p^B} - \frac{TX_k^w}{(p^w)'/p^B}$		$\frac{TX_k^w}{(p^w)'/p^B} - \frac{TX_k^o}{p^o/p^B}$	0
消費税変化による便益	$\frac{TX_c^o}{p^o/p^B} - \frac{TX_c^w}{(p^w)'/p^B}$		$\frac{TX_c^w}{(p^w)'/p^B} - \frac{TX_c^o}{p^o/p^B}$	0
合計	$\frac{TC_h^o + p^o X - w^o L - r^o K + \sum_{i,k,c} TX_i^o}{p^o/p^B} - \frac{TC_h^w + p^w X - w^w L - r^w K + \sum_{i,k,c} TX_i^w}{(p^w)'/p^B}$	$\frac{TC_f^o - p^o X + w^o L + r^o K + TX_f^o}{p^o/p^B} - \frac{TC_f^w - p^w X + w^w L + r^w K + TX_f^w}{(p^w)'/p^B}$	$\frac{\sum_{i,j,k,c} TX_i^w}{(p^w)'/p^B} - \frac{\sum_{i,j,k,c} TX_i^o}{p^o/p^B}$	$\frac{TC_h^o + TC_f^o}{p^o/p^B} - \frac{TC_h^w + TC_f^w}{(p^w)'/p^B}$

### 3-5 実証分析の例

以上で示した簡易計測手法および実質価格体系への変換方法を用い、地域別の交通利用者便益から、地域別、経済主体別の帰着便益（名目、実質）を計測する実証分析の例を示す。

ここでは、首都圏1都3県（東京、神奈川、埼玉、千葉）における仮想的な交通施設整備プロジェクトを想定する。いま、消費者余剰法（費用便益分析マニュアル）に基づき、このプロジェクトによる各都県の家計、企業の交通利用者便益（1都3県における利用分）が、表3.10の通り計測されているものとする。ここで、地域別の利用者便益は、各経路（OD）の利用者便益を発地ベースで集計することにより、近似的に得られる。

表 3.10 仮想的な交通施設整備プロジェクトによる交通利用者便益

単位：億円／年

	東京	神奈川	埼玉	千葉	合計
家計	75	30	15	5	300
企業	100	45	20	10	

このとき、各地域の企業の帰着便益は、生産要素価格の変化が微小なケースについては、各地域の企業の利用者便益および(3.9)～(3.11)式から瞬時に算出される。

生産要素価格の変化が非微小なケースについては、まず、労働、資本および交通に関して収穫一定（ $a_1 + a_2 + a_3 = 1$ ）を仮定して、コブ・ダグラス型生産関数(3.21)式の両辺対数を取り、バブル崩壊ダミーおよび近年ダミーを変数に加えた(3.21)'式について、1都3県計の時系列データ（1981～1999年）を用いた最小二乗法（OLS）によるパラメータ推定を行う。

$$\ln \frac{X}{L} = c_1 + a_2 \ln \frac{\rho \cdot K_{-1}}{L} + a_3 \ln \frac{Q}{L} + d_1 DUM8791 + d_2 DUM9699 \quad (3.21)'$$

ここで、-1は一期のタイムラグを意味する。また、 $\rho$ は資本の稼働率であり、 $DUM9294$ はバブル崩壊ダミー（～1991：0、1992～1994：1）、 $DUM9699$ は近年ダミー（～1995：0、1996～：1）である。

パラメータ推定に用いるデータ（1都3県計）の出典を表3.11に示す。

表 3.11 生産関数のパラメータ推定用データの出典

変数	出典	使用データ
財生産量	県民経済計算年報（内閣府経済社会総合研究所）	実質地域内総生産
雇用者数	労働力調査報告（総務省）	雇用者数
民間資本ストック	東洋経済新報社	実質民間資本ストック
民間資本稼働率	鉱工業指数年報（経済産業省）	稼働率指数（製造工業）
企業の交通量	道路交通センサス自動車起終点調査（国土交通省）	走行台キロ

また、パラメータ推定結果を表 3.12 に示す。

表 3.12 コブ・ダグラス型生産関数のパラメータ推定結果

$c_1$	$a_2$	$a_3$	$d_1$	$d_2$	D.W.	$R^2$
-3.5175 (-4.78)	0.4512 (8.78)	0.3939 (1.09)	0.0286 (2.84)	-0.0555 (-3.92)	1.764	0.989

注) ( ) 内は t 値.

D.W. : ダービン・ワトソン比、 $R^2$  : 決定係数

このとき、各地域の企業の帰着便益（名目）は、各地域の企業の利用者便益、(3.31)~(3.33)式および生産関数のパラメータから容易に計測される。表 3.13 にそれぞれのケースにおける各地域の企業に帰着する便益（名目）を示す。

表 3.13 各地域の企業の帰着便益（名目）

単位：億円／年

		東京	神奈川	埼玉	千葉	合計	
交通利用者便益		100	45	20	10	175	
波及 便益	(a)	財価格	-100	-45	-20	-10	-175
		労働賃金	0	0	0	0	0
		資本価格	0	0	0	0	0
		計	-100	-45	-20	-10	-175
	(b)	財価格	-254	-114	-51	-25	-444
		労働賃金	39	18	8	4	69
		資本価格	115	52	23	11	200
		計	-100	-45	-20	-10	-175

注) (a) : 生産要素価格の変化が微小なケース  
 (b) : 生産要素価格の変化が非微小なケース  
 財価格 : 財価格の変化による便益  
 労働賃金 : 労働賃金の変化による便益  
 資本価格 : 資本のレンタル価格の変化による便益

さらに、各地域において、企業による財の地域別販売比率、労働賃金の地域別支払比率、資本レンタル料の地域別支払比率が把握できれば、(3.34)~(3.36)式を用いて各地域の家計に帰着する便益を計測することができる。

各地域の企業による財の地域別販売比率、労働賃金の地域別支払比率については、ここでは簡単のため、実際の統計データが容易に入手可能な私事・買い物目的の地域間トリップ比率、通勤目的の地域間トリップ比率で代替する。表 3.14 に 1 都 3 県の地域間トリップ比率を示す。また、資本レンタル料の地域別支払比率については、データの制約上、表 3.15 に示す 1 都 3 県の資本配当支払比率を用いる。

表 3.14 地域間トリップ比率

①私事・買い物目的

O \ D	東京	神奈川	埼玉	千葉
東京	0.934	0.021	0.019	0.012
神奈川	0.028	0.976	0.001	0.003
埼玉	0.025	0.002	0.978	0.005
千葉	0.013	0.001	0.002	0.979
計	1.000	1.000	1.000	1.000

②通勤目的

O \ D	東京	神奈川	埼玉	千葉
東京	0.629	0.066	0.062	0.038
神奈川	0.131	0.923	0.003	0.004
埼玉	0.135	0.005	0.921	0.016
千葉	0.105	0.005	0.014	0.941
計	1.000	1.000	1.000	1.000

出典) 第4回東京都市圏パーソントリップ調査、  
東京都市圏交通計画協議会、1999 年より作成。

表 3.15 1都3県の資本配当支払比率

東京	0.621
神奈川	0.113
埼玉	0.095
千葉	0.172
計	1.000

出典) 県民経済計算年報 平成13年版、  
内閣府経済社会総合研究所、2001 年より作成。

注1) 値は平成10年度値。

注2) 配当支払額は、配当受払前の民間法人企業所得  
と配当受払後の民間法人企業所得の差。

(3.34)~(3.36)式および表 3.14、表 3.15 の地域間分配比率を用いて地域別の家計の帰着便益（財価格の変化による便益、労働賃金の変化による便益、資本のレンタル価格の変化による便益）を計測し、地域別、経済主体別の便益帰着構成表（名目）として整理したのが表 3.16 および表 3.17 である。表 3.16 は生産要素価格の変化が微小なケースの便益帰着構成表、表 3.17 は生産要素価格の変化が非微小なケースの便益帰着構成表を示している。

表 3.16 生産要素価格の変化が微小なケースの便益帰着構成表（名目）

単位：億円／年

	東京		神奈川		埼玉		千葉		合計	
	家計	企業	家計	企業	家計	企業	家計	企業		
利用者便益	75	100	30	45	15	20	5	10	300	
波及便益	財価格	95	-100	47	-45	22	-20	11	-10	0
	労働賃金	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	資本価格	0	0	0	0	0	0	0	0	0
合計	170	0	77	0	37	0	16	0	300	

注) 財価格：財価格の変化による便益  
 労働賃金：労働賃金の変化による便益  
 資本価格：資本のレンタル価格の変化による便益

表 3.17 生産要素価格の変化が非微小なケースの便益帰着構成表（名目）

単位：億円／年

	東京		神奈川		埼玉		千葉		合計	
	家計	企業	家計	企業	家計	企業	家計	企業		
利用者便益	75	100	30	45	15	20	5	10	300	
波及便益	財価格	241	-254	119	-114	56	-51	28	-25	0
	労働賃金	-27	39	-22	18	-13	8	-8	4	0
	資本価格	-124	115	-23	52	-19	23	-34	11	0
合計	165	0	105	0	40	0	-9	0	300	

注) 財価格：財価格の変化による便益  
 労働賃金：労働賃金の変化による便益  
 資本価格：資本のレンタル価格の変化による便益

表 3.16 と表 3.17 の帰着便益を比較すると、東京都の場合、家計に帰着する財価格の変化による便益は、生産要素価格の変化が微小なケース（表 3.16）で 95 億円、生産要素価格の変化が非微小なケース（表 3.17）で 241 億円となるなど、各地域における項目別の便益額は大きく乖離している。

一方、最終的に家計に帰着する便益の合計を比較すると、東京都の場合、生産要素価格の変化が微小なケース（表 3.16）で 170 億円、生産要素価格の変化が非微小なケース（表 3.17）で 165 億円であり、比較的近い値となっている。しかし、千葉県においては、生産要素価格の変化が微小なケース（表 3.16）で 16 億円、生産要素価格の変化が非微小なケース（表 3.17）で -9 億円と符号が逆転している。また神奈川県についても、家計に帰着する便益の合計額の乖離が比較的大きい。このような家計に帰着する便益の合計額の乖離は、生産要素価格の変化が非微小なケースで仮定した、コブ・グラス型生産関数の要素間の分配比率（表 3.12 のパラメータ）および各要素の地域間分配比率（表 3.14、表 3.15）を反映した結果である。

次に、表 3.17 の名目価格体系における 1 都 3 県別便益帰着構成表（生産要素価格の変化が非微小なケース）の実質価格体系への変換を行う。

変換に際し、まず、交通施設整備なし、ありの状況における 1 都 3 県別項目別の名目支払額および実質支払額を算出する。財および生産要素に関連した名目支払額としては、1999 年の県民所得統計データを用いる。また、1990 年を基準年とし、1999 年の民間消費支出デフレータを  $p^o/p^B$  とする。表 3.18 に、首都圏 1 都 3 県の名目県民所得統計データ（1999 年、抜粋）および利用者便益関連支払額を示す。このとき、県民所得統計の各項目は、表 3.19 のように家計および企業の帰着便益項目と対応すると考えられる。

表 3.18 名目県民所得統計データ（1999 年）および利用者便益関連支払額

単位：億円

	東京	神奈川	埼玉	千葉	1 都 3 県計
県内総支出	832,516.3	294,660.4	201,544.5	182,513.5	1,511,234.7
民間消費支出	317,795.2	202,836.5	152,066.3	137,626.2	810,324.3
県民所得	495,911.5	275,465.3	226,879.3	190,196.8	1,188,452.8
雇用者所得	386,171.9	220,780.8	173,056.2	135,166.3	915,175.1
財産所得＋企業所得	109,739.6	54,684.5	53,823.1	55,030.5	273,277.7
県内総生産（生産者価格表示）	832,516.3	294,660.4	201,544.5	182,513.5	1,511,234.7
雇用者所得	557,288.1	167,257.9	102,896.2	85,114.3	912,556.5
固定資本減耗	114,722.7	44,434.5	35,353.7	29,226.3	223,737.2
利用者便益関連支払額					
家計	18,134.2	46,182.8	6,763.9	18,878.4	89,959.4
企業	24,178.9	69,274.2	9,018.6	37,756.9	140,228.6

出典) 県民所得関連：県民経済計算年報、内閣府経済社会総合研究所  
利用者便益関連：交通量配分時の一般化費用

表 3.19 県民所得統計の項目と帰着便益項目との対応表

	家計	企業
財価格の変化による便益に対応した支払額（受取額）	民間消費支出	県内総生産（生産者価格表示）
労働賃金の変化による便益に対応した支払額（受取額）	雇用者所得（要素価格表示）	雇用者所得（生産者価格表示）
資本レンタル価格の変化による便益に対応した支払額（受取額）	財産所得＋企業所得（要素価格表示）	固定資本減耗（生産者価格表示）

本章の簡易計測手法は、財市場、労働市場、資本市場の均衡に関しては対象圏域内市場で需要と供給が均衡している部分だけを対象としている。このため、ここでは、家計の各関連支払額に、域内消費のうちの域内企業生産分の比率（表 3.20）を乗じた分を分析対象とする。これは、1 都 3 県内で生産され、1 都 3 県内で消費された財・サービスのみを対象としていることを意味している。

表 3.20 域内消費のうちの域内企業生産分の比率

生産地域	関東	全国
消費地域	関東	関東
消費（億円）	1,283,650	1,481,480
比率（%）	86.6	100.0

出典）平成7年地域間産業連関表より作成。

このとき、交通施設整備なし、ありの状況における1都3県別項目別の名目支払額は、表 3.21 で表される。ここで、交通施設整備ありの場合の名目支払額は、交通施設整備なしの場合の名目支払額に各地域、各経済主体の帰着便益（表 3.17）を加減して算出している。

表 3.21 1都3県別項目別の名目支払額

①交通施設整備なし

単位：億円

		東京	神奈川	埼玉	千葉	1都3県計
家計	利用者	15,712.6	40,015.8	5,860.7	16,357.5	77,946.6
	財	275,358.3	175,750.6	131,760.1	119,248.2	702,117.3
	労働賃金	334,604.3	191,298.7	149,947.0	117,116.8	792,966.8
	資本価格	95,085.5	47,382.2	46,635.8	47,682.0	236,785.5
企業	利用者	20,950.2	60,023.7	7,814.3	32,715.0	121,503.1
	財	386,785.8	136,898.8	93,637.2	84,795.5	702,117.3
	労働賃金	484,256.0	145,338.9	89,411.8	73,960.2	792,966.8
	資本価格	121,413.4	47,025.9	37,415.5	30,930.7	236,785.5

②交通施設整備あり

単位：億円

		東京	神奈川	埼玉	千葉	1都3県計
家計	利用者	15,637.6	39,985.8	5,845.7	16,352.5	77,821.6
	財	275,117.5	175,631.9	131,703.8	119,219.8	701,673.0
	労働賃金	334,577.7	191,277.2	149,934.3	117,108.8	792,898.0
	資本価格	94,961.0	47,359.6	46,616.8	47,647.6	236,585.0
企業	利用者	20,850.2	59,978.7	7,794.3	32,705.0	121,328.1
	財	386,531.9	136,784.5	93,586.5	84,770.1	701,673.0
	労働賃金	484,216.7	145,321.2	89,403.9	73,956.2	792,898.0
	資本価格	121,298.8	46,974.4	37,392.6	30,919.3	236,585.0

注) 利用者：利用者便益に対応した支払額（受取額）  
 財価格：財価格の変化による便益に対応した支払額（受取額）  
 労働賃金：労働賃金の変化による便益に対応した支払額（受取額）  
 資本価格：資本価格の変化による便益に対応した支払額（受取額）

交通施設整備なし、ありの状況における1都3県別項目別の実質支払額は、表 3.21 の名目支払額を1999年の民間消費支出デフレーターで除することにより、表 3.22 のようになる。

表 3.22 1都3県別項目別の実質支払額

①交通施設整備なし

単位：億円

		東京	神奈川	埼玉	千葉	1都3県計
家計	利用者	15,038.0	38,297.6	5,609.1	15,655.2	74,599.9
	財	263,535.5	168,204.6	126,102.8	114,128.2	671,971.0
	労働賃金	320,237.6	183,085.1	143,508.9	112,088.2	758,919.8
	資本価格	91,002.9	45,347.7	44,633.5	45,634.7	226,618.8
企業	利用者	20,050.6	57,446.5	7,478.8	31,310.3	116,286.2
	財	370,178.7	131,020.8	89,616.8	81,154.7	671,971.0
	労働賃金	463,463.9	139,098.6	85,572.8	70,784.6	758,919.8
	資本価格	116,200.3	45,006.8	35,809.0	29,602.7	226,618.8

②交通施設整備あり

単位：億円

		東京	神奈川	埼玉	千葉	1都3県計
家計	利用者	14,975.7	38,293.2	5,598.3	15,660.3	74,527.4
	財	263,471.7	168,197.4	126,128.7	114,173.2	671,971.0
	労働賃金	320,415.0	183,180.4	143,587.6	112,151.5	759,334.4
	資本価格	90,941.3	45,354.8	44,643.5	45,630.6	226,570.3
企業	利用者	19,967.6	57,439.7	7,464.3	31,320.6	116,192.3
	財	370,169.9	130,994.4	89,624.9	81,181.8	671,971.0
	労働賃金	463,719.6	139,169.7	85,619.4	70,825.7	759,334.4
	資本価格	116,164.2	44,985.9	35,809.7	29,610.5	226,570.3

注) 利用者：利用者便益に対応した支払額（受取額）  
 財価格：財価格の変化による便益に対応した支払額（受取額）  
 労働賃金：労働賃金の変化による便益に対応した支払額（受取額）  
 資本価格：資本価格の変化による便益に対応した支払額（受取額）

表 3.22 の交通施設整備あり、交通施設整備なしの状況における実質支払額の差を計算して整理することにより、実質価格体系における1都3県別便益帰着構成表として、表 3.23 が得られる。

表 3.23 1都3県別便益帰着構成表（実質）

単位：億円／年

		東京		神奈川		埼玉		千葉		合計
		家計	企業	家計	企業	家計	企業	家計	企業	
利用者便益		62	83	4	7	11	14	-5	-10	166
波及便益	財価格	64	-9	7	-26	-26	8	-45	27	0
	労働賃金	177	-256	95	-71	79	-47	63	-41	0
	資本価格	-62	36	7	21	10	-1	-4	-8	0
合計		242	-145	114	-70	74	-25	9	-32	166

注) 財価格：財価格の変化による便益  
 労働賃金：労働賃金の変化による便益  
 資本価格：資本レンタル価格の変化による便益

表 3.23 をみると、名目ではマイナスになっていた家計に帰着する労働賃金の変化による便益は、実質では各地域ともプラスになっている。これは、交通施設整備によって実質的には賃金所得が増加する、すなわち、労働賃金で購入することができる財の量が増加ことを意味しており、一般的な感覚と合致する結果となっている。

### 3-6 交通政策への活用方法

本章で提案する帰着便益の簡易計測手法を用いると、費用便益分析マニュアルによって利用者便益が計測されているすべての交通施設整備プロジェクトについて、地域別、便益項目（財の価格変化による便益、労働賃金の変化による便益、資本レンタル価格の変化による便益）別の帰着便益を算出することが可能となる。ここで、帰着便益を算出する地域は、企業による財の地域別販売比率、労働賃金の地域別支払比率、資本レンタル料の地域別支払比率のデータが入手できるレベルまで細分化が可能である。資本レンタル料の地域別支払比率について何らかの仮定をおくと、実証分析の例で示したように、私事・買い物目的および通勤目的のトリップ比率（パーソントリップ調査データ等）を用いることにより、少なくとも市区町村レベルまでの地域別帰着便益の計測ができそうである。

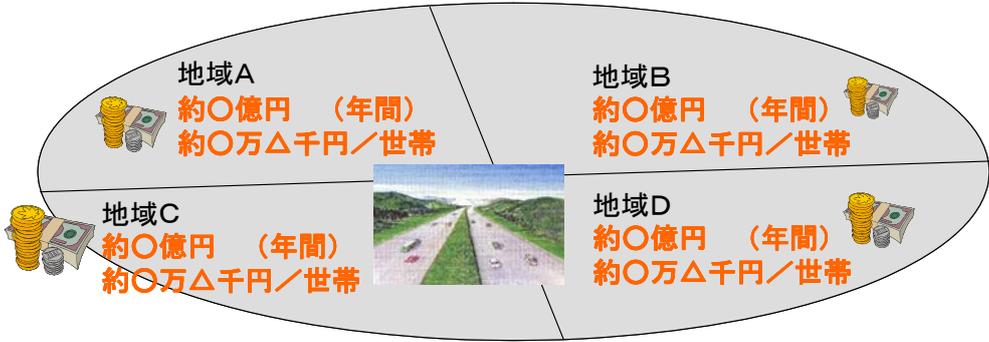
地域別の帰着便益は、地域別の費用負担を検討する上で、重要な指針となる。実際の交通施設整備の費用負担方法は、利用料によって償還する利用者負担（高速道路等の有料道路）、国と都道府県による折半（国の直轄事業、補助事業）、都道府県や市町村が一般会計や起債により全額負担（都道府県、市町村の単独事業）など、施設や事業の種類、規模によって様々である。国による費用負担の根拠としては、国が整備主体となる大規模事業の便益は全国に波及すると考えられるため受益に応じた費用負担を国が便宜的に行っていること、ナショナルミニマムの確保や地域間所得格差の是正を目的とした所得再分配など公平性を確保することの両面がある。都道府県や市町村が整備主体となる地域レベルの交通施設整備に目を向けてみると、これまでは、交通施設整備の費用を複数の都道府県や市町村で分担して負担するという事例は極めて少なかった。これは、ある地域内での交通施設整備による便益は周辺地域にも波及するが、周辺地域でも別の交通施設整備が実施されており、その便益もまた周辺地域に波及するため、交通プロジェクトが多く実施されている場合には波及便益が相殺されるという考え方が前提となっている。ただし、今後は、財源が限られてくる中で交通プロジェクトの実施数が減少していくことが予想される。このような状況下では、交通施設整備の費用負担を受益に応じて都道府県や市町村で分担するという方法も現実的となろう。地域別の受益の算定においては、本章で提案する簡易計測手法が強力なツールとなり得る。また、今後、本章の手法を多くの交通プロジェクトに適用して、算出される地域別帰着便益と現在の制度に基づく実際の地域別費用負担を比較することにより、費用負担制度の見直しを検討していくことも重要であると考えられる。

図 3.2 に、本章の手法の交通政策への活用イメージを示す。

交通施設整備による利用者便益  
(費用便益分析マニュアルから計測)

本章の手法

地域別の帰着便益



<便益の地域別帰着割合>

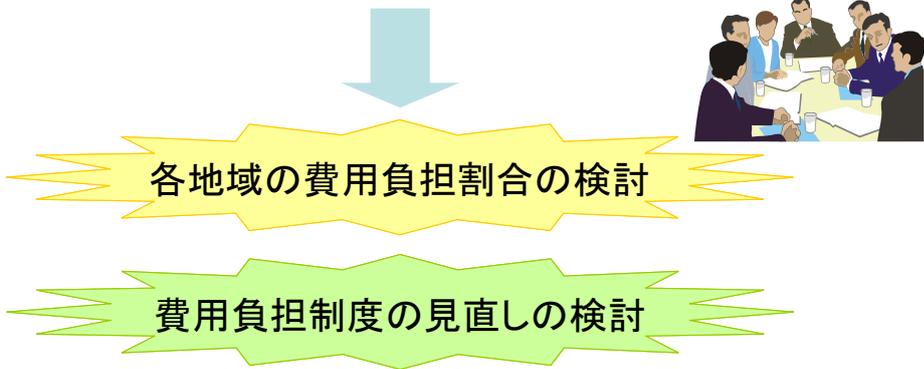
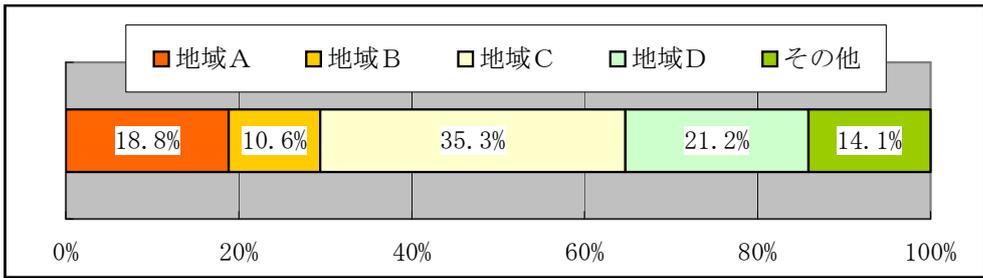


図 3.2 本章の手法の交通政策への活用イメージ

### 3-7 まとめ

本章では、費用便益分析マニュアル等に基づき消費者余剰法で計測される交通施設整備による交通利用者便益から、地域別、経済主体別の帰着便益を計測する簡易計測手法を開発するとともに、便益を実質価格体系に変換する方法を提案し、実証分析の例を示した。

帰着便益の簡易計測手法は、コブ・ダグラス型の生産技術を仮定した場合、交通施設整備による帰着便益（財の価格変化による便益、労働賃金の変化による便益、資本レンタル価格の変化による便益）が交通利用者便益と生産関数のパラメータのみで表すことができることを示したものである。本手法を用いることにより、消費者余剰法（費用便益分析マニュアル）によって交通利用者便益が計測されている交通施設整備プロジェクトに対して、帰着便益を容易に計測することができる。すなわち、本手法は、最近の交通プロジェクト評価に関する実務的要請である効果計測の簡便性、アウトプット項目の多様性に答えるものである。すべての交通施設整備プロジェクトに関して空間的応用一般均衡モデルを構築するのが困難な現状を踏まえると、地域間公平性や費用負担割合等を議論する上で不可欠な地域別帰着便益を容易に計測できるツールとして、本手法は非常に有用であると考えられる。

ただし、本手法は、財、労働、資本および交通に関して、価格のみが変化し量は変化しないという極めて限定的な仮定を前提としている。この仮定は、通勤・通学目的のように価格弾力性が小さな交通についてはある程度成立すると考えられる。したがって、このような交通の混雑緩和を対象とした交通施設整備に対しては、本手法の適用は問題ない。しかし、それ以外の交通施設整備に対しては、均衡から別の均衡への調整過程について価格変化だけで表現できるような微小な影響だけを考慮していることに注意する必要がある。それ以上の大きな変化を扱うには、結局は一般均衡モデルを構築することが必要となるかもしれない。

便益の実質価格体系への変換に関しては、交通利用者便益、財・サービス価格の変化による便益、生産要素価格の変化による便益に対応した交通一般化費用、財・サービスおよび生産要素の需給額について、ある年次の一般物価水準を基準として実質価格体系への変換を行い、交通施設整備あり、なしの状況におけるこれらの差分を取ることで実質価格ベースの便益を導出する方法を示した。本手法は、既存の応用一般均衡モデルで計測される便益に対しても適用することができ、一般的な感覚と合致する便益の提示方法として、便益計測結果の一般への説明の際など実務上で活用できる場面は多いと考えられる。

### 【第3章の参考文献】

- 1) 佐藤 徹治、小池 淳司、上田 孝行 (2002) : 道路整備による地域別帰着便益の簡易計測手法の開発、「高速道路と自動車」、第45巻 第10号、pp. 37-44
- 2) 佐藤 徹治、小池 淳司、上田 孝行 (2003) : 近似的計測手法の開発と実証事例、「土木計画学研究・講演集」(CD-Rom)、Vol. 27、109
- 3) 小池 淳司、上田 孝行、佐藤 徹治 (2001) : 交通整備効果計測における発生分析から帰着分析への近似－利用者便益から便益帰着構成表の作成－、「土木計画学研究・講演集」(CD-Rom)、Vol. 24、124
- 4) 道路投資の評価に関する指針検討委員会 (1999) : 「道路投資の評価に関する指針 (案) 第2版」、(財)日本総合研究所
- 5) 国土交通省道路局、都市・地域整備局 (2003) : 「費用便益分析マニュアル」
- 6) (財)運輸政策研究機構 (1999) : 「鉄道プロジェクトの費用対効果分析マニュアル99 (案)」
- 7) 港湾投資の社会経済効果に関する調査委員会 (1999) : 「港湾投資の評価に関するガイドライン1999 (案)」
- 8) 文 世一 (1997) : 「地域間人口配分からみた交通ネットワークの評価 研究成果報告書」、東北建設協会 建設事業の技術助成に関する助成 (助成番号 95-06)
- 9) 小池 淳司、上田 孝行、宮下 光宏 (2000) : 旅客トリップを明示したSCGEモデルの構築とその応用、「土木計画学研究・論文集」、No. 17、pp. 237-245
- 10) 建設省岐阜国道工事事務所、東海総合研究所 (1998) : 「平成9年度 道路整備効果検討業務－東海環状自動車道の費用便益分析編－ 報告書」
- 11) 首都高速道路公団計画部、(財)計量計画研究所 (2001) : 「経済モデルを用いた中央環状線の整備効果の分析 報告書」
- 12) 首都高速道路公団計画部、(財)計量計画研究所 (2002) : 「中央環状線の整備効果に関する調査研究 報告書」
- 13) Kanemoto, Y. and Mera, K. (1985): General Equilibrium Analysis of the Benefit of Large Transportation Improvements, *Regional Science and Urban Economics*, 15, pp.345-364
- 14) 土木学会土木計画学研究委員会 (1998) : 「応用一般均衡モデルの公共投資評価への適用」、土木計画学ワンデーセミナー シリーズ15
- 15) 岐阜大学工学部公共投資評価研究グループ (1997) : 「公共投資の評価手法－拡張費用便益分析の基礎的考え方から適用法まで－」
- 16) 貝山 道博 (1993) : 「社会資本整備評価の理論－交通施設整備を中心として」、社会評論社
- 17) 森杉 壽芳 [編] (1997) : 「社会資本整備の便益評価 一般均衡理論によるアプローチ」、日本交通政策研究会 研究双書12、勁草書房
- 18) 中村 英夫 [編] (1997)、道路投資評価研究会 [著] : 「道路投資の社会経済評価」、東洋経済新報社
- 19) 土木学会 [編] (1991) : 「交通整備制度 仕組と課題 改訂版」、土木学会
- 20) 内閣府経済社会総合研究所 (2001) : 「県民経済計算年報 平成13年版」
- 21) 総務省統計局 (2001) : 「労働力調査報告」
- 22) 経済産業省 (2001) : 「鉱工業指数年報」

23) 国土交通省道路局 (1999) : 「平成11年度 道路交通センサス自動車起終点調査 基本集計表」

## 第4章 マクロ計量経済モデルによる便益計測

### 4-1 はじめに

マクロ計量経済モデルによる交通施設整備の効果計測については、1960年代後半以降、高速道路や海峡横断道路、新幹線等の比較的大規模な交通施設を対象とした多くの実際の交通プロジェクトに適用した実務的実績を有する<sup>例えば<sup>3)</sup>~<sup>10)</sup></sup>。通常、交通施設整備の効果計測を目的としたマクロ計量経済モデルは、ケインズ理論をベースとして、交通の利用しやすさを表す交通近接性を取り入れたモデル体系となっている。実務的なモデル開発および効果計測は、1) 経済変数間、経済変数と交通近接性の因果関係の仮定、2) 国民所得統計あるいは県民所得統計、労働関連、交通近接性等の時系列データを用いた構造推定と仮定の検証(場合によっては再検討)、3) 構造推定されたモデルを用いた交通施設整備あり、なしの状況における将来シミュレーション、の3段階で行われる。この結果、交通施設整備あり、なしの状況における経済諸変数の差を取ることで、交通施設整備に伴う交通近接性の変化による総生産、所得、雇用等への影響が計測される。

第2章で示したように、マクロ計量経済モデルは、一般的に雇用の変化や民間資本ストックの蓄積といったメカニズムを内包しているため、時系列的に高い再現性を有し、将来の長期にわたるシミュレーションが容易に可能であるという長所を持つ。一方、マクロ計量経済モデルの短所としては、以下の4点が指摘されている。①各関数の構築はモデル構築者の直感に基づいて恣意的に行われている部分があり、厳密な意味でのミクロ経済学的基礎を持たない。②推定されたパラメータは、過去の推定期間における平均的な変数間の関係を表しており、シミュレーションの対象となる将来期間以前に構造変化が起こった場合、対象期間のパラメータとして適切でない。③データ制約から、交通施設整備による余暇時間の増加を効果として捉えることができない。④計測される効果は、あくまでも経済諸変数に与える影響であり、交通利用者便益や帰着便益ではないため費用便益分析に用いることができない。

上記の①~③は、マクロ計量経済モデルの仮定に関する指摘である。しかし、マクロ計量経済モデルに限らず、すべてのモデルは多くの仮定に基づいて構築されているものである。応用一般均衡モデルの場合には、全市場における均衡(ワルラス均衡)等がこれに当たる。モデルの仮定は、シミュレーション結果の前提条件として、モデル開発者およびモデル使用者(政策担当者)が常に認識し、モデルおよびシミュレーション結果とともに一般に公表する限りにおいては、問題にはならないと思われる。

本章では、交通施設整備の効果計測を目的とした一般的なマクロ計量経済モデルを概説した上で、④の指摘に対して、交通需要を考慮したマクロ計量経済モデルを構築することによって交通利用者便益が計測可能なこと、マクロ計量経済モデルのアウトプットを用いて便益帰着構成表が作成可能なこと、また追加的に効用関数を仮定することにより、EV(Equivalent Variation: 等価的偏差)あるいはCV(Compensating Variation: 補償的偏差)として帰着便益を計測可能であることを示し、首都圏における交通施設整備に適用した実証例を示す。

## 4-2 交通施設整備の効果計測を目的とした一般的なマクロ計量経済モデル

### (1) マクロ計量経済モデルにおける交通施設整備効果の考え方

交通施設整備の効果計測を目的とした一般的なマクロ計量経済モデルでは、施設の建設期間中のフロー効果（いわゆるケインズの乗数効果）と施設完成後のストック効果（施設効果）の両方が計測可能である。

ストック効果については、まず、交通施設整備がもたらす直接的な効果として、次の2つのメカニズムを仮定する。a) 交通施設整備は、地域間の所要時間を短縮させ、財の輸送費用逓減を通じて、企業利潤が増加し、企業および地域全体の潜在生産力が向上する。b) 交通施設整備によって他地域への所要時間が短縮されると、他地域への観光交通需要や他地域での財・サービス需要が誘発され、民間消費支出が増加する。さらに、この2つの直接的な効果によって実現総生産が増加すると、c) ~f) の同期内の循環的波及効果および g) の次期への波及効果により、民間消費支出や総生産がさらに増加していく。c) 総生産が増加し企業利潤が増加すると、被雇用者に分配される賃金所得（家計可処分所得）も増加し、これがさらなる民間消費支出の増加を誘発する。d) 民間消費支出の増加は総需要を押し上げる。e) 企業利潤が増加すると民間設備投資が増加し、総需要を押し上げる。f) 総需要の増加は総生産を増加させ、さらなる企業利潤の増加を招く。g) 民間設備投資の増加は民間資本ストックを増加させ、次期以降の潜在生産力を向上させる。

フロー効果については、通常のマクロ計量経済モデルと同様に、公共投資の増加が総需要さらには総生産を増加させ、上記 c) ~f) と同様の循環的波及効果により、さらなる総需要の増加を招くという乗数効果のメカニズムを通じた効果が計測される。

なお、マクロ計量経済モデルは、対象とする地域が全国か、ある特定地域かによって、輸出入、移出入等の考え方が若干異なる。以下では、ある特定地域を対象とした地域マクロ計量経済モデルを例として、モデルの概要を示す。

## (2) 一般的な地域マクロ計量経済モデルの概要

上記の交通施設整備効果の考え方に基づく一般的な地域マクロ計量経済モデルは、交通近接性および人口の外生変数の他、供給ブロック、最終需要ブロックおよび総生産・所得ブロックから構成される。図 4.1 に交通施設整備の効果計測を目的とした一般的な地域マクロ計量経済モデルの全体フロー（概略）を示す。なお、ここで概説する地域マクロ計量経済モデルは、基本的には吉野・上田・佐藤（2002）<sup>3)</sup> に基づくものである。

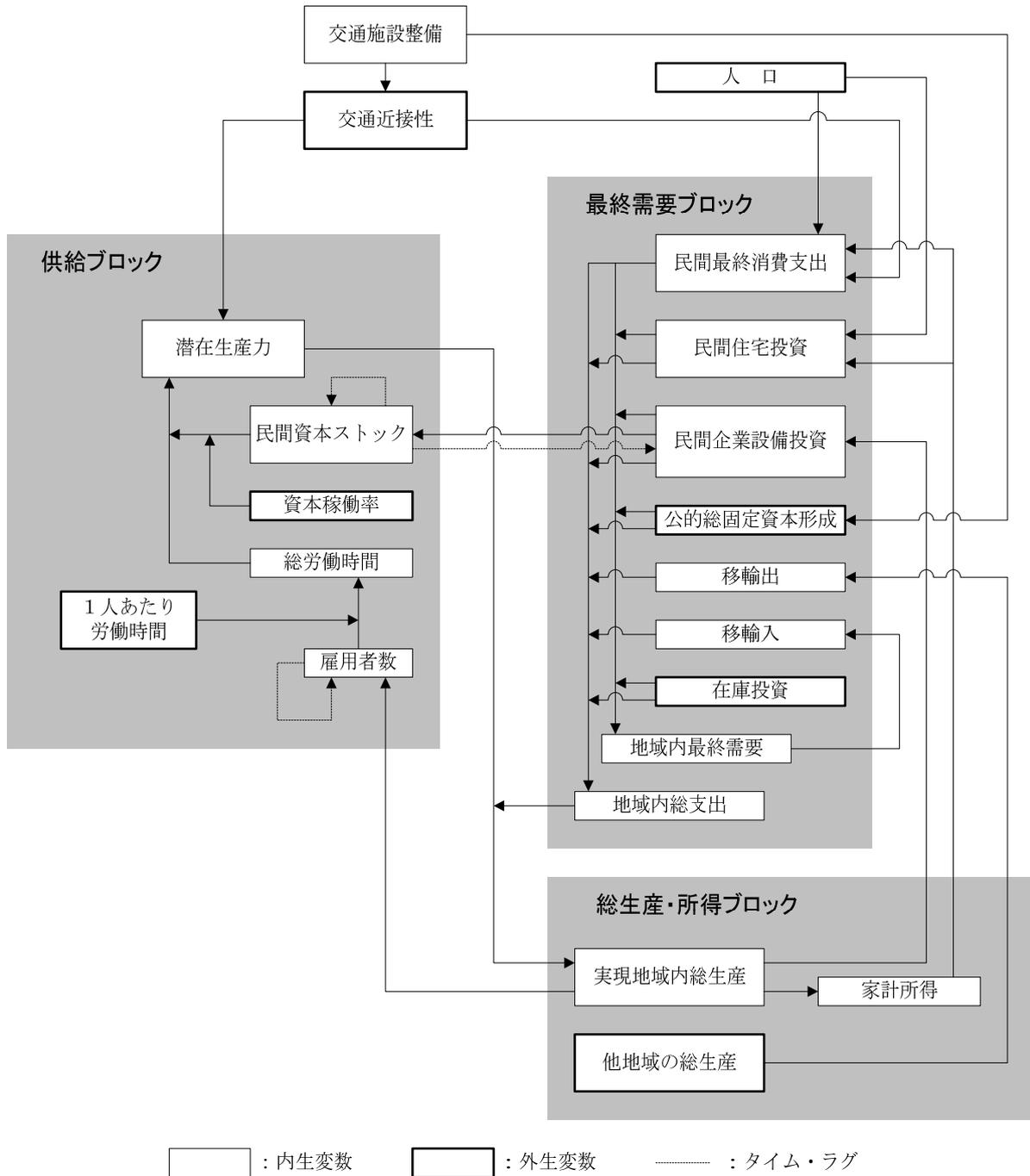


図 4.1 一般的な地域マクロ計量経済モデルの全体フロー（概略）

地域マクロ計量経済モデルは、全体フローの変数間の関係を表す多くのサブモデルから構成される。以下に、各サブモデルの概要を示す。なお、各サブモデルにおいて、下添え字  $r$ 、 $s$  は地域、上添え字  $t$  は期を表す。

### 1) 地域内総生産

地域内総生産は、就業者数に平均労働時間を乗じた総労働時間、稼働民間資本ストックおよび交通近接性で表される。交通近接性は、交通の利用条件を表す変数で、値が大きいほど交通施設を利用しやすい条件にあることを意味する。生産関数の説明変数として、本源的な生産要素である労働と資本に加え交通近接性が入っているが、これは、中間需要財の輸送費が減少すると企業の付加価値（これを全企業で合計したものが総生産の定義）が増加することから説明可能である。

$$V_r^t = f(LHR_r^t \cdot NW_r^t, \rho_r^t \cdot KP_r^{t-1}, ACC_r^t) \quad (4.1)$$

ここで、 $V$  は地域内総生産、 $NW$  は就業者数、 $LHR$  は平均労働時間、 $\rho$  は資本稼働率、 $KP$  は民間資本ストック、 $ACC$  は交通近接性を表す。

### 2) 民間資本ストック

当期の民間資本ストックは、前期の民間資本ストックから減価償却分を除いた分に当期の民間設備投資を加えたものと定義される。

$$KP_r^t = (1 - \delta_r) KP_r^{t-1} + IP_r^t \quad (4.2)$$

ここで、 $\delta$  は民間資本ストックの減耗率、 $IP$  は民間設備投資を表す。

### 3) 就業者数

新規の雇用は基本的には景気に左右されると考え、就業者数は前期の就業者数と当期の地域内総生産で説明される。

$$NW_r^t = f(NW_r^{t-1}, GRP_r^t) \quad (4.3)$$

ここで、 $GRP$  は地域内総生産である。

#### 4) 民間消費支出

民間消費支出は、将来の人口減少の影響を考慮するため、1人あたりの関数とする。1人あたり民間消費支出は、ラチェット効果を意味する前期の1人あたり民間消費支出、当期の1人あたりの家計可処分所得、交通近接性で説明される。交通近接性が説明変数となる意味は、交通施設整備により交通施設が利用しやすくなると、他地域への観光交通需要や他地域での財・サービス需要が誘発されるということである。

$$\frac{CP_r^t}{POP_r^t} = f\left(\frac{CP_r^{t-1}}{POP_r^{t-1}}, \frac{YH_r^t}{POP_r^t}, ACC_r^t\right) \quad (4.4)$$

ここで、 $CP$  は民間消費支出、 $POP$  は人口、 $YH$  は家計可処分所得、 $ACC$  は交通近接性を表す。

#### 5) 家計可処分所得

家計所得から納税分を差し引いた家計可処分所得は、地域内総生産で説明される。

$$YH_r^t = f(GRP_r^t) \quad (4.5)$$

#### 6) 民間住宅投資

民間住宅投資についても、民間消費支出と同様、1人あたりの関数とする。1人あたりの民間住宅投資は、当期の1人あたり家計可処分所得に加え、ストック調整過程を考慮して前期の1人あたり住宅資本ストックで説明される。

$$\frac{IHP_r^t}{POP_r^t} = f\left(\frac{YH_r^t}{POP_r^t}, \frac{KHP_r^{t-1}}{POP_r^{t-1}}\right) \quad (4.6)$$

ここで、 $IHP$  は民間住宅投資、 $KHP$  は民間住宅ストックである。

#### 7) 民間住宅ストック

当期の民間住宅ストックは、前期の民間住宅ストックから減価償却分を除いた分に当期の民間住宅投資を加えたものと定義される。ここで、 $\delta^H$  は住宅ストック減耗率である。

$$KHP_r^t = (1 - \delta_r^H) KHP_r^{t-1} + IHP_r^t \quad (4.7)$$

## 8) 民間設備投資

民間設備投資関数は、ストック調整原理と加速度原理を組み合わせ、前期の民間資本ストックと地域内総生産を説明変数とする。

$$IP_r^t = f(KP_r^{t-1}, GRP_r^{t-1}) \quad (4.8)$$

ここで、 $KP$  は民間資本ストック、 $GRP$  は地域内総生産を表している。

## 9) 移輸出

移輸出は国内の他地域への移出と外国への輸出から成るが、その大部分は国内への移出である。したがって、移輸出は、前期の移輸出の他、他地域の総生産の合計で決定されると考える。

$$E_r^t = f\left(E_r^{t-1}, \sum_s GRP_s^t\right) \quad (4.9)$$

ここで、 $E$  は移輸出である。

## 10) 移輸入

移輸入は、前期の移輸入の他、当期の自地域の最終需要で決定される。

$$M_r^t = f(M_r^{t-1}, FD_r^t) \quad (4.10)$$

ここで、 $M$  は移輸入、 $FD$  は地域内最終需要（すなわち、民間消費支出、民間住宅投資、民間設備投資、政府消費支出および公的総固定資本形成の和）である。

## 11) 地域内総支出

地域内総支出は、民間消費支出、民間住宅投資、民間設備投資、政府消費支出、公的総固定資本形成、純移輸出（移輸出－移輸入）および在庫純増の和で定義される。

$$GRE_r^t = CP_r^t + IHP_r^t + IP_r^t + CG_r^t + IG_r^t + (E_r^t - M_r^t) + J_r^t \quad (4.11)$$

ここで、 $GRE$  は地域内総支出、 $CG$  は政府消費支出、 $IG$  は公的総固定資本形成、 $(E-M)$  は純移輸出、 $J$  は在庫純増を表している。

## 12) 実現地域内総生産

実際の地域内総生産は、地域潜在生産力と地域内総需要の平均値で実現されると考える。このとき、総需要曲線と総供給曲線の傾きが等しいと仮定されることになる。ここで、地域潜在生産力は(4.1)式の生産関数において民間資本稼働率 $\rho$ を100%としたものであり、地域内総需要は(4.11)式の地域内総支出に等しい。

$$GRP_r^t = \text{Average}(\hat{V}_r^t, \hat{GRE}_r^t) \quad (4.12)$$

ここで、 $GRP$  は実質地域内総生産、 $\hat{V}$  は地域潜在生産力、 $\hat{GRE}$  は地域内総需要である。

## 13) 交通近接性

交通近接性の定義には、いくつかの考え方があある。もっとも一般的な定義は、(4.13a)式のように交通資本ストックで表すものである。ただし、交通資本ストックは、一般に時価評価が困難なため、建設費用の累積額から定率あるいは定額の減価償却分を差し引いて計算されたものが公表されており、必ずしも交通近接性を意味しない。また、交通施設が1種類の場合には、(4.13b)式のように対象施設の整備量で代替される場合もある。しかし、この指標は、明らかに複数の交通施設による近接性を表現できないという欠点を持つ。

(4.13c)式は、地域間平均所要時間の逆数で定義された交通近接性指標であり、交通手段分担率を考慮している。これは、地域間の平均所要時間が潜在的に生産や民間消費支出に影響を与えると仮定したものである。ここで、地域間平均所要時間は、交通手段ごとに(4.14c)式にしたがって算出される。(4.14c)式は、ある交通手段について、地域 $r$ 内の細目地域 $i$ から地域 $r$ 内外(全国)の細目地域 $j$ への所要時間を各細目地域間の交通需要で重み付け平均したものである。

$$ACC_r^a = \sum_m KG_r^m \quad (4.13a)$$

$$ACC_r^b = LEN_r^m \quad (4.13b)$$

$$ACC_r^c = \frac{1}{\sum_m \theta_r^m \cdot \bar{T}_r^m} \quad (4.13c)$$

$$\bar{T}_r^m = \frac{\sum_{i \in r, j} Flow_{ij} \cdot T_{ij}^m}{\sum_{i \in r, j} Flow_{ij}} \quad (4.14c)$$

ここで、添え字 $i$ は地域 $r$ 内の細目地域、 $j$ は地域 $r$ 内外の細目地域、 $m$ は交通手段を表している。 $ACC^{a \sim c}$ は交通近接性を表し、 $KG$ は交通資本ストック、 $LEN$ は交通施設整備量である。また、 $\bar{T}$ は地域間平均所要時間、 $T$ は地域間所要時間、 $Flow$ は地域間交通需要、 $\theta$ は交通手段分担率である。

#### 4-3 交通利用者便益との整合を考慮したマクロ計量経済モデル

本節では、まず、交通利用者便益の大部分を占める時間短縮による消費者余剰が、交通需要とマクロ計量経済モデルの変数である交通近接性で表現できることを示す。次に、交通需要を一般的なマクロ計量経済モデルのアウトプットで説明する交通需要関数を定式化し、これをマクロ計量経済モデルと組み合わせることにより、交通利用者便益がマクロ計量経済モデルから算出できることを示す。

交通利用者便益の大部分を占める時間短縮による消費者余剰の合計は、下式で表される。

$$\sum_{i,j} MD_{ij} = \sum_{i,j} \frac{(Flow_{ij}^o + Flow_{ij}^w)(T_{ij}^o - T_{ij}^w)\omega}{2} \quad (4.15)$$

ここで、 $i, j$  は細目地域、 $o, w$  はそれぞれ交通施設整備なし、ありの状況を表す。 $MD$  は消費者余剰、 $Flow$  は地域間交通需要、 $T$  は地域間所要時間である。また、 $\omega$  は時間価値を示す。

一方、マクロ計量経済モデルにおける地域間所要時間をベースとした交通近接性は、簡単化のために交通手段分担を省略し、交通施設整備なし、あり別に表現すると、(4.16)、(4.17)式のようになる。

$$ACC^o = \frac{\sum_{i,j} Flow_{ij}^o}{\sum_{i,j} Flow_{ij}^o \cdot T_{ij}^o} \quad (4.16)$$

$$ACC^w = \frac{\sum_{i,j} Flow_{ij}^o}{\sum_{i,j} Flow_{ij}^o \cdot T_{ij}^w} \quad (4.17)$$

消費者余剰(4.15)式を交通近接性(4.16)、(4.17)式を用いて変形すると、以下のようになる。

$$\begin{aligned} \sum_{i,j} MD_{ij} &= \frac{\omega}{2} \left\{ \sum_{i,j} (Flow_{ij}^o \cdot T_{ij}^o) - \sum_{i,j} (Flow_{ij}^o \cdot T_{ij}^w) + \sum_{i,j} (Flow_{ij}^w \cdot T_{ij}^o) - \sum_{i,j} (Flow_{ij}^w \cdot T_{ij}^w) \right\} \\ &= \frac{\omega}{2} \left\{ \frac{\sum_{i,j} Flow_{ij}^o}{ACC^o} - \frac{\sum_{i,j} Flow_{ij}^o}{ACC^w} + \sum_{i,j} (Flow_{ij}^w \cdot T_{ij}^o) - \sum_{i,j} (Flow_{ij}^w \cdot T_{ij}^w) \right\} \end{aligned} \quad (4.18)$$

いま、以下の近似式が成立するとする。

$$\sum_{i,j} (Flow_{ij}^w \cdot T_{ij}) = \frac{\sum_{i,j} Flow_{ij}^w}{\sum_{i,j} Flow_{ij}^o} \sum_{i,j} (Flow_{ij}^o \cdot T_{ij}) \quad (4.19)$$

このとき、消費者余剰は、(4.20)式で表現できる。

$$\sum_{i,j} MD_{ij} = \frac{\omega}{2} \cdot \sum_{i,j} Flow_{ij}^o \cdot \left( 1 + \frac{\sum_{i,j} Flow_{ij}^w}{\sum_{i,j} Flow_{ij}^o} \right) \left( \frac{1}{ACC^o} - \frac{1}{ACC^w} \right) \quad (4.20)$$

したがって、交通施設整備なし、ありの状況におけるマクロな交通需要が推計できれば、消費者余剰（交通利用者便益）が計測できることになる。

交通需要は、一般的なマクロ計量経済モデルの変数を用いて、前期の交通需要、当該期の地域総生産および交通近接性で説明できると仮定すると、以下のように定式化することができる。

$$\sum_{i,j} Flow_{ij}^t = f \left( \sum_{i,j} Flow_{ij}^{t-1}, GRP^t, ACC^t \right) \quad (4.21)$$

ここで、上添え字  $t$  は期を表している。

図 4.2 に、マクロ計量経済モデルと交通需要関数の組み合わせによる交通利用者便益の算出、すなわち、交通利用者便益との整合を考慮したマクロ計量経済モデルの簡易フローを示す。

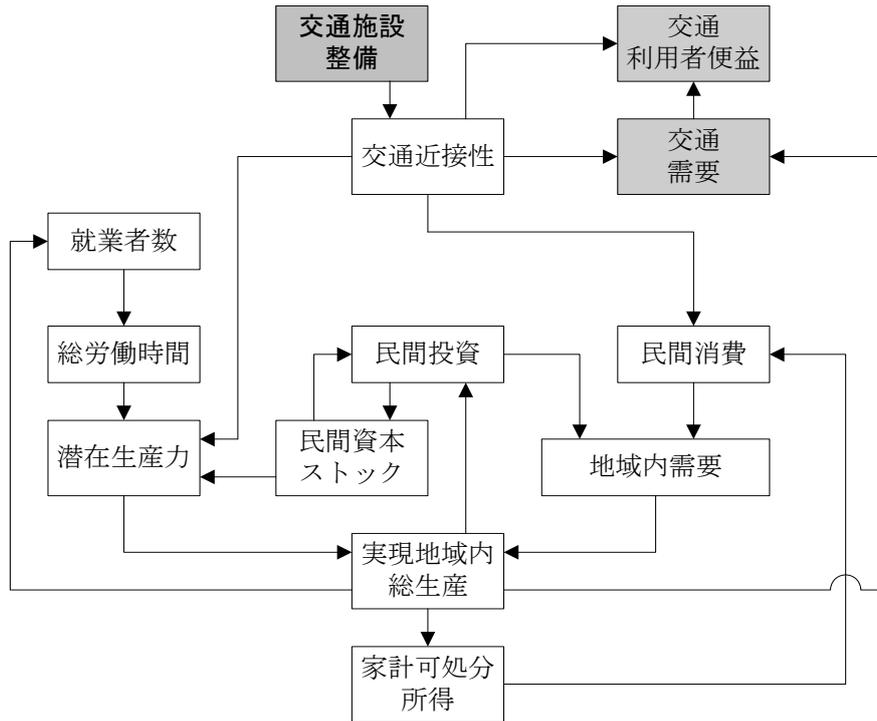


図 4.2 交通利用者便益との整合を考慮したマクロ計量経済モデルの簡易フロー

#### 4-4 マクロ計量経済モデルのアウトプットを用いた帰着便益の導出

本節では、マクロ計量経済モデルのアウトプットから便益帰着構成表を容易に作成可能であることを示すとともに、マクロ計量経済モデルのアウトプットを用いた効用関数を定義することにより、帰着便益（EV、CV）が導出可能であることを示す。

##### （1）便益帰着構成表

マクロ計量経済モデルのアウトプットとして、交通施設整備なし、ありの状況における域内の各最終需要項目（民間消費支出、民間住宅投資、民間設備投資、政府消費、公的総資本形成、移輸出、在庫投資）の支出額が算出される。

ここで、民間消費支出および民間住宅投資の変化による便益は家計に、政府消費および公的総資本形成の変化による便益は政府に、民間設備投資、移輸出および在庫投資の変化による便益は企業に帰着すると考えることが可能である。ただし、企業の交通利用者便益は、すべて財生産量の変化による便益に波及すると考えられることから、ダブルカウントを防ぐため、交通利用者便益分を企業に帰着する民間設備投資、移輸出および在庫投資の変化による便益から差し引く必要がある。同様に、家計の交通利用者便益についても、所得の増加を通じた財消費の増加による便益に帰着すると考えられる。ただし、家計の交通利用者便益には、必ずしも財消費の増加につながる余暇時間の増大に伴う家計の効用増加が含まれているため、利用者便益の一部を家計に帰着する民間消費支出および民間住宅投資の変化による便益から差し引くものとする。

以上から、マクロ計量経済モデルのアウトプットを用いた便益帰着構成表は、表 4.1 のようになる。表中において、上添え字  $o$ 、 $w$  は、それぞれ交通施設整備なし、交通施設整備ありの状況を表している。

表 4.1 より、マクロ計量経済モデルで想定しているケインズ均衡の経済下における便益の合計は、家計の利用者便益の一部と域内最終需要の変化（域内総支出の変化+移輸入の変化）の和に等しくなることが分かる。ここで、応用一般均衡モデルで想定しているワルラス均衡下の場合と異なり便益の合計が交通利用者便益に一致しないのは、想定している経済においては労働や資本の時系列的変化が考慮されており、交通施設整備ありの状況では交通施設整備なしの状況と比較して資本や労働が多くなっているため、交通の増加を伴わなくても生産、最終需要、所得も多くなるからである。

表 4.1 マクロ計量経済モデルのアウトプットを用いた便益帰着構成表

便益	家計	企業	政府	合計
交通利用者便益	$\Sigma MD_h$	$\Sigma MD_f$	0	$\Sigma MD_h + \Sigma MD_f$
民間消費支出の変化による便益	$CP^w - CP^o - \alpha_1 \Sigma MD_h$	0	0	$CP^w - CP^o$
民間住宅投資の変化による便益	$IHP^w - IHP^o - \alpha_2 \Sigma MD_h$	0	0	$IHP^w - IHP^o$
民間企業設備投資の変化による便益	0	$IP^w - IP^o - \beta_1 \Sigma MD_f$	0	$IP^w - IP^o$
政府消費支出の変化による便益	0	0	$CG^w - CG^o$	$CG^w - CG^o$
公的総固定資本形成の変化による便益	0	0	$IG^w - IG^o$	$IG^w - IG^o$
移輸出の変化による便益	0	$E^w - E^o - \beta_2 \Sigma MD_f$	0	$E^w - E^o$
在庫投資の変化による便益	0	$J^w - J^o - \beta_3 \Sigma MD_f$	0	$J^w - J^o$
合計	$(1 - \alpha_1 - \alpha_2) \Sigma MD_h + CP^w - CP^o + IHP^w - IHP^o$	$IP^w - IP^o + E^w - E^o + J^w - J^o$	$CG^w - CG^o + IG^w - IG^o$	$(1 - \alpha_1 - \alpha_2) \Sigma MD_h + CP^w - CP^o + IHP^w - IHP^o + IP^w - IP^o + CG^w - CG^o + IG^w - IG^o + E^w - E^o + J^w - J^o$

注)  $\Sigma MD_h$ :家計の交通利用者便益、 $\Sigma MD_f$ :企業の交通利用者便益  
 $\alpha_1 + \alpha_2 \leq 1$ 、 $\beta_1 + \beta_2 + \beta_3 = 1$

(2) 帰着便益

個人の効用は、1人あたり民間消費支出および民間住宅投資の和に等しいと考えることができる。このとき、直接効用関数は、マクロ計量経済モデルのアウトプットを用いて、(4.22)式で表される。

$$U = \frac{CP}{POP} + \frac{IHP}{POP} \quad (4.22)$$

ここで、 $U$ は個人の効用水準、 $CP$ は民間消費支出、 $IHP$ は民間住宅投資、 $POP$ は人口である。また、家計の所得制約は、下式で表される。

$$\frac{CP}{POP} + \frac{IHP}{POP} + \frac{S}{POP} = \frac{YH}{POP} \quad (4.23)$$

ここで、 $S$ は家計貯蓄、 $YH$ は家計可処分所得である。

いま、マクロ計量経済モデルのアウトプットは、効用最大化行動の結果であると考えられる。このとき、(4.23)を1人あたり民間消費支出と民間住宅投資の和について整理し、(4.22)式に代入することにより、間接効用関数(4.24)式が導かれる。

$$V = \frac{YH}{POP} - \frac{S}{POP} \quad (4.24)$$

帰着便益としてのEV (Equivalent Variation : 等価的偏差) およびCV (Compensative Variation : 補償的偏差) は、下式で定義される。

$$V\left(p^o, \frac{YH^o}{POP^o} + EV\right) = V\left(p^w, \frac{YH^w}{POP^w}\right) \quad (4.25)$$

$$V\left(p^o, \frac{YH^o}{POP^o}\right) = V\left(p^w, \frac{YH^w}{POP^w} - CV\right) \quad (4.26)$$

ここで、 $p$ は合成財価格であり、上添え字 $o$ は交通施設整備なし、 $w$ は交通施設整備ありの状況を意味する。間接効用関数(4.24)式を考慮すると、(4.25)、(4.26)式は以下のように変形できる。

$$\left(\frac{YH^o}{POP^o} + EV\right) - \frac{S^o}{POP^o} = \frac{YH^w}{POP^w} - \frac{S^w}{POP^w} \quad (4.27)$$

$$\frac{YH^o}{POP^o} - \frac{S^o}{POP^o} = \left(\frac{YH^w}{POP^w} - CV\right) - \frac{S^w}{POP^w} \quad (4.28)$$

したがって、以下の通り、EV、CVが導出される。

$$\begin{aligned} EV = CV &= \left( \frac{YH^w}{POP^w} - \frac{S^w}{POP^w} \right) - \left( \frac{YH^o}{POP^o} - \frac{S^o}{POP^o} \right) \\ &= \left( \frac{CP^w}{POP^w} - \frac{CP^o}{POP^o} \right) + \left( \frac{IHP^w}{POP^w} - \frac{IHP^o}{POP^o} \right) \end{aligned} \quad (4.29)$$

また、地域全体の便益として、EV、CVに人口を乗じて以下のように算出する。これは、地域全体での効用水準の総和となり、ベンサム流の社会的厚生（Social Welfare）に相当する。

$$TEV = POP^o \cdot EV \quad (4.30)$$

$$TCV = POP^w \cdot CV \quad (4.31)$$

ただし、TEVは地域全体のEV（等価的偏差）、TCV：地域全体のCV（補償的偏差）である。

## 4-5 実証分析の例

### (1) 概要

対象地域は、首都圏1都3県（東京都、神奈川県、千葉県、埼玉県）とし、これらを1つの地域とみなして地域マクロ計量経済モデルの構築を行い、モデルのアウトプットを用いた帰着便益の導出を行う。

なお、地域計量経済モデルは、一般的なモデル(4.1)～(4.14)式に交通需要関数(4.21)式を加え、交通利用者便益との整合を考慮したものとする。

### (2) パラメータ

(4.1)～(4.10)式および交通需要関数(4.21)式の各関数について、関数型を特定化した上で、1981～1999年度の時系列データを用いた最小二乗法（OLS）により構造推定を行う。

構造推定に用いる経済データは、基本的には県民経済計算年報（内閣府経済社会研究所）の値（実質値）を用いる。また、交通近接性については、ここでは簡単化のために交通手段としては道路のみを考慮し、道路時刻表（国土交通省）の地域間所要時間および道路交通センサス自動車起終点調査（国土交通省道路局）の自動車交通需要のデータ（生活圏ベース）を用いて、(4.13c)、(4.14c)式より作成する。

なお、多くの関数の構造推定において、前述した説明変数の他に一定期間のダミー変数（DUM = 0 or 1）を変数として用いる。ダミー変数の使用には、決定係数を高める意味と誤差項の系列相関を攪乱する意味の2つの意味がある。構造推定は、多くの関数型やダミー変数等で試算し、各変数のt値およびダービン・ワトソン比D.W.が一定水準以上（基本的には、 $t \geq 1.0$ 、 $1.0 < D.W. < 3.0$ ）を満たし、かつ自由度修正済み決定係数  $Ad-R^2$  がもっとも高いものを最終結果として採用する。

各関数の最終的な構造推定結果は以下に示す通りである。推定結果の表中で、下段の( )内の数値は各パラメータのt値を表している。なお、t値に続く\*\*は1%水準で有意、\*は15%水準で有意であることを示す。

1) 地域内総生産

$$\ln \frac{V_r^t}{LHR_r^t \cdot NW_r^t} = \alpha + \alpha' DUM_r + \beta \ln \frac{\rho_r^t \cdot KP_r^{t-1}}{LHR_r^t \cdot NW_r^t} + \lambda \ln ACC_r^t \quad (4.1)'$$

$DUM$  : ダミー変数 (1981~1995 : 0、1996~1999 : 1)

$\alpha$	$\alpha'$	$\beta$	$\lambda$	D.W.	AD-R <sup>2</sup>
-1.6961 (-14.362)	-0.0924 (-2.939**)	0.4223 (5.618**)	1.1981 (1.293*)	1.446	0.9859

2) 民間資本ストック

$$KP_r^t - IP_r^t = \delta' KP_r^{t-1} \quad (4.2)'$$

$\delta'$	D.W.	AD-R <sup>2</sup>
0.9562 (330.343**)	1.859	0.9984

3) 就業者数

$$\ln NW_r^t = \alpha + \alpha' DUM + \beta \ln NW_r^{t-1} + \gamma \ln GRP_r^t \quad (4.3)'$$

$DUM$  : ダミー変数 (1981~1996 : 0、1997~1999 : 1)

$\alpha$	$\alpha'$	$\beta$	$\gamma$	D.W.	AD-R <sup>2</sup>
0.9367 (6.592)	-0.0079 (-3.067**)	0.7450 (15.013**)	0.0805 (3.960**)	1.941	0.9977

4) 民間消費支出

$$\ln \frac{CP_r^t}{POP_r^t} = \alpha + \beta \ln \frac{CP_r^{t-1}}{POP_r^{t-1}} + \gamma \ln \frac{YH_r^t}{POP_r^t} + \lambda \ln ACC_r^t \quad (4.4)'$$

$\alpha$	$\beta$	$\gamma$	$\lambda$	D.W.	AD-R <sup>2</sup>
0.4129 (3.484)	0.4597 (4.976**)	0.3889 (5.654**)	0.2682 (2.105*)	1.304	0.9960

5) 家計可処分所得

$$YH_r^t = \alpha + \alpha' DUM + \beta GRP_r^t \quad (4.5)'$$

$DUM$  : ダミー変数 (1981~1986 : 0、1987~1991 : 1、1992~1999 : 0)

$\alpha$	$\alpha'$	$\beta$	D.W.	AD-R <sup>2</sup>
4,975.5 (3.208)	-3,985.2 (-6.825**)	0.6030 (51.594**)	1.318	0.9933

6) 民間住宅投資

$$\ln \frac{IHP_r^t}{POP_r^t} = \alpha + \alpha' DUM_r + \beta \ln \frac{YH_r^t}{POP_r^t} + \gamma \ln \frac{KHP_r^{t-1}}{POP_r^{t-1}} \quad (4.6)'$$

$DUM$  : ダミー変数 (1981~1986 : 0、1987~1991 : 1、1992~1999 : 0)

$\alpha$	$\alpha'$	$\beta$	$\gamma$	D.W.	AD-R <sup>2</sup>
1.0272 (3.351)	0.3482 (3.212**)	0.1760 (4.619**)	-0.2008 (-3.799**)	1.437	0.8287

7) 民間住宅ストック

$$KHP_r^t - IHP_r^t = \delta' KHP_r^{t-1} \quad (4.7)'$$

$\delta'$	D.W.	AD-R <sup>2</sup>
0.8992 (257.147**)	0.661	0.9920

8) 民間設備投資

$$IP_r^t = \alpha + \alpha' DUM + \beta KP_r^{t-1} + \gamma GRP_r^{t-1} \quad (4.8)'$$

$DUM$  : ダミー変数 (1981~1986 : 0、1987~1991 : 1、1992~1999 : 0)

$\alpha$	$\alpha'$	$\beta$	$\gamma$	D.W.	AD-R <sup>2</sup>
-6,245 (-3.093)	2,022.5 (3.393**)	-0.0230 (-1.604*)	0.1990 (5.973**)	1.435	0.9570

9) 移輸出

$$E_r^t = \alpha + \alpha' DUM + \beta E_r^{t-1} + \gamma \sum_s GRP_s^t \quad (4.9)'$$

$DUM$  : ダミー変数 (1981~1991 : 0、1992~1999 : 1)

$\alpha$	$\alpha'$	$\beta$	$\gamma$	D.W.	AD-R <sup>2</sup>
-542.1 (-0.186)	-4,760.6 (-4.241**)	0.8793 (9.981**)	0.0319 (1.531*)	0.920	0.9773

10) 移輸入

$$M_r^t = \alpha + \alpha' DUM + \beta M_r^{t-1} + \gamma FD_r^t \quad (4.10)'$$

$DUM$  : ダミー変数 (1981~1997 : 0、1998~1999 : 1)

$\alpha$	$\alpha'$	$\beta$	$\gamma$	D.W.	AD-R <sup>2</sup>
-1,824.4 (-1.287)	-2,793.1 (-4.557**)	0.1812 (1.551*)	0.4204 (6.624**)	2.408	0.9917

11) 交通需要

$$\sum_{i \in r, j} Flow_{ij}^t = \alpha + \beta \sum_{i \in r, j} Flow_{ij}^{t-1} + \gamma GRP_r^t + \lambda ACC_r^t \quad (4.21)'$$

$DUM$  : ダミー変数 (1981~1997 : 0、1998~1999 : 1)

$\alpha$	$\beta$	$\gamma$	$\lambda$	D.W.	AD-R <sup>2</sup>
-7.7524 (-0.011)	0.7384 (18.948**)	0.0131 (7.142**)	701.5310 (0.693)	1.570	0.9985
494.7020 (6.873)	0.7562 (26.216**)	0.0129 (7.249**)		1.480	0.9986

交通需要については、交通近接性  $ACC$  に関して有意なパラメータが得られなかった。このため、交通近接性を変数からはずした関数型を採用する。

以上、(4.1)'~(4.10)'式および(4.21)'式のすべての関数において、各パラメータが有意で、かつ説明力の高い構造推定結果が得られた。

### (3) ファイナルテスト

ファイナルテストは、連立方程式モデルの組み立て終了後、外生変数および先決内生変数の初期値を除く全ての説明変数に計算値を代入して、全体で誤差がどの位あるかを評価するテストである。テストは1981～1999年の期間で行う。

ファイナルテストの結果は、各年次の実績値と推計値の誤差率、平均絶対誤差率 (MAPE: Mean Absolute Percentage Error) で評価する。ここで、平均絶対誤差率は、以下で表される。

$$MAPE = \frac{\sum_{t=1}^N |y^t - \hat{y}^t| / y^t}{N}$$

ここで、 $y^t$  は  $t$  期の被説明変数 (実績値)、 $\hat{y}^t$  は  $t$  期の被説明変数 (推計値)、 $N$  は観測期間数である。

ファイナルテストの結果 (地域内総生産、民間消費支出、民間住宅投資、民間設備投資、家計可処分所得、就業者数) を図 4.3～4.8、表 4.2～4.4 に示す。

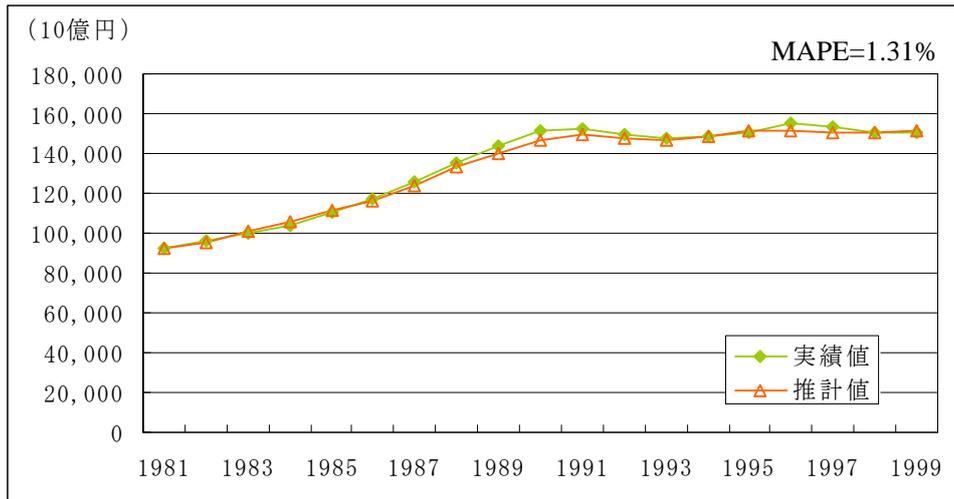


図 4.3 ファイナルテスト結果（地域内総生産）

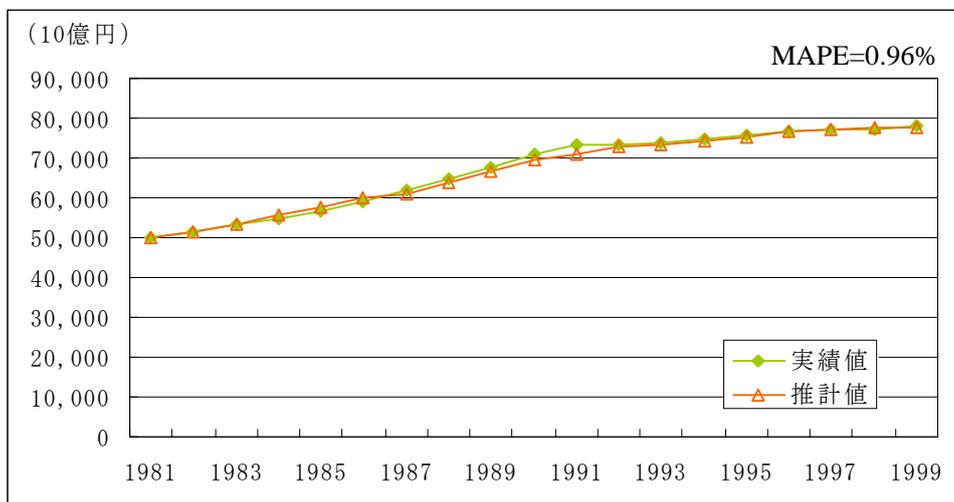


図 4.4 ファイナルテスト結果（民間消費支出）

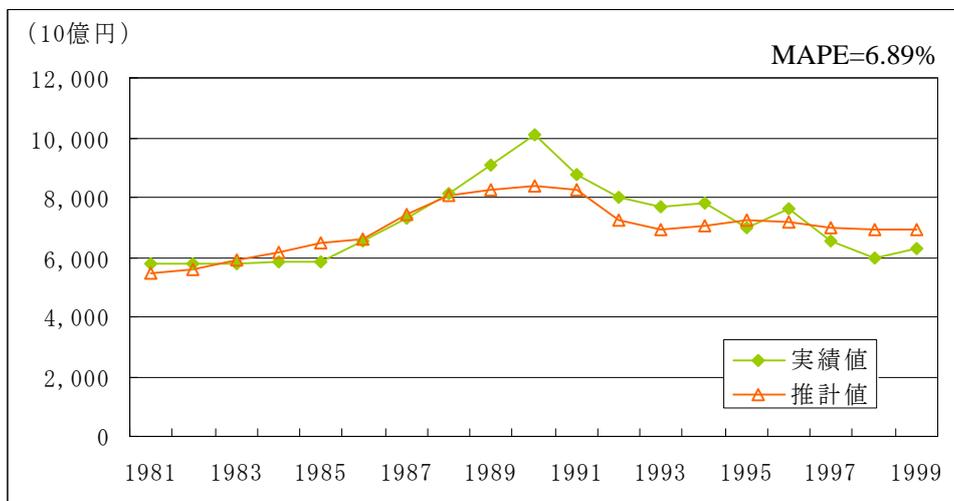


図 4.5 ファイナルテスト結果（民間住宅投資）

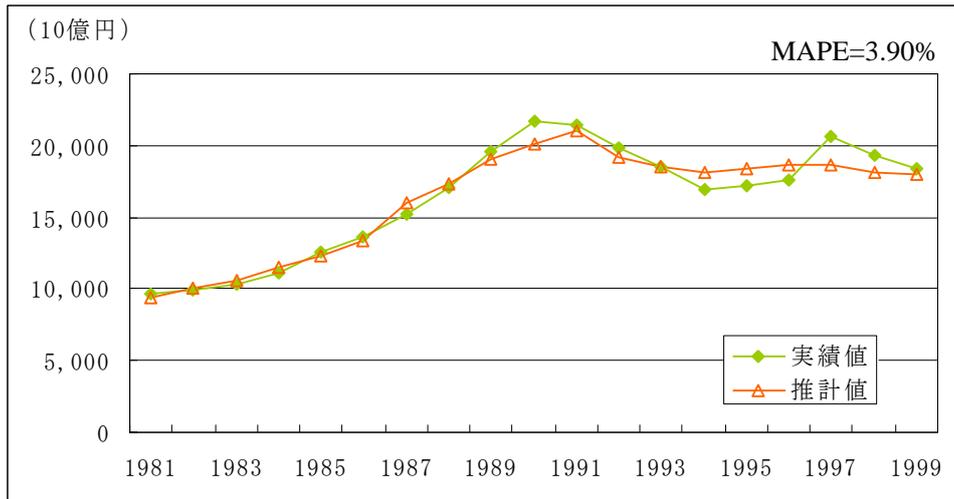


図 4.6 ファイナルテスト結果（民間設備投資）

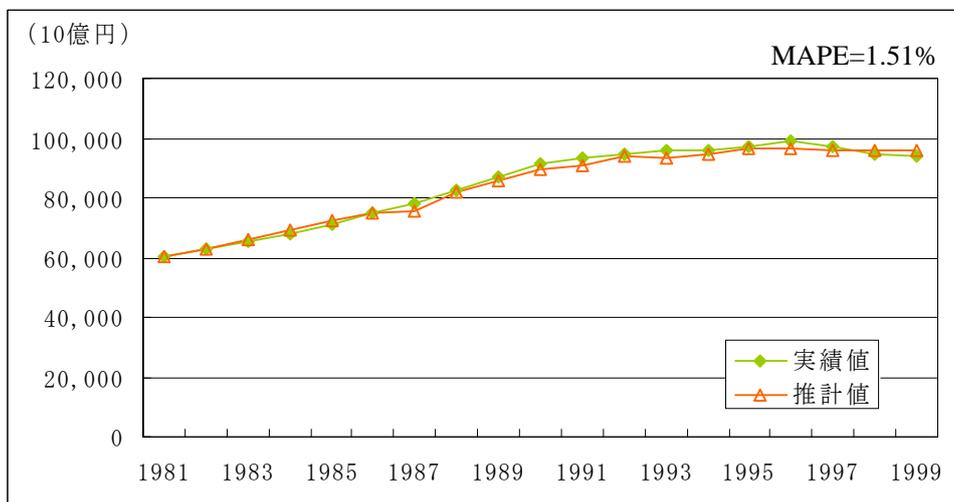


図 4.7 ファイナルテスト結果（家計可処分所得）

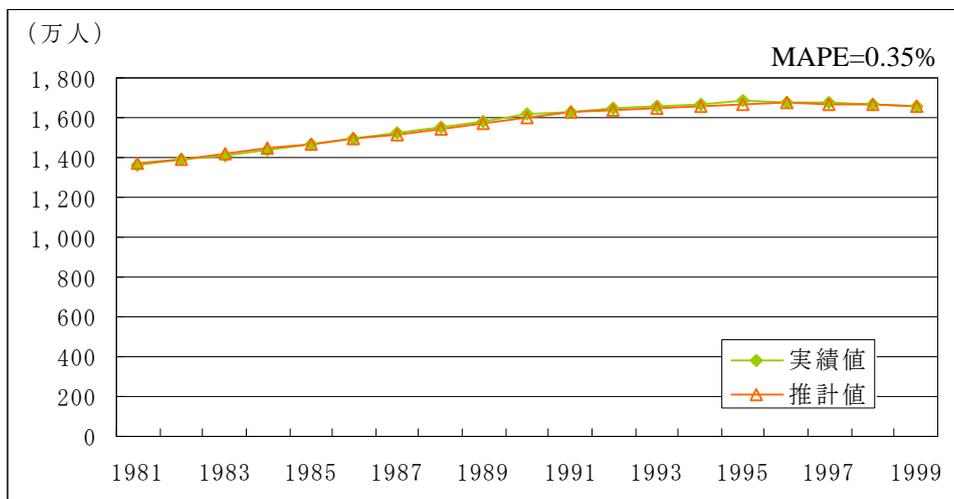


図 4.8 ファイナルテスト結果（就業者数）

表 4.2 ファイナルテスト結果（その1）

	地域内総生産			民間消費支出		
	実績値 (10億円)	推計値 (10億円)	誤差率 (%)	実績値 (10億円)	推計値 (10億円)	誤差率 (%)
1981	92,551	92,291	-0.28	49,957	49,973	0.03
1982	96,042	95,645	-0.41	51,558	51,508	-0.10
1983	99,672	101,053	1.39	53,211	53,492	0.53
1984	103,630	106,032	2.32	54,918	55,483	1.03
1985	110,159	111,809	1.50	56,680	57,791	1.96
1986	117,069	116,279	-0.67	59,246	59,874	1.06
1987	125,676	123,693	-1.58	61,932	61,104	-1.34
1988	135,196	133,798	-1.03	64,746	64,037	-1.09
1989	143,822	140,407	-2.37	67,692	66,765	-1.37
1990	151,524	146,535	-3.29	70,778	69,323	-2.05
1991	152,177	149,248	-1.92	73,317	70,917	-3.27
1992	149,649	147,533	-1.41	73,439	72,629	-1.10
1993	147,897	146,373	-1.03	73,963	73,301	-0.90
1994	148,139	148,590	0.30	74,766	74,099	-0.89
1995	150,637	151,311	0.45	75,642	75,085	-0.74
1996	155,351	151,900	-2.22	76,599	76,505	-0.12
1997	153,548	150,753	-1.82	77,024	77,017	-0.01
1998	150,149	150,604	0.30	76,982	77,437	0.59
1999	150,511	151,254	0.49	77,914	77,839	-0.10
MAPE			1.31			0.96

表 4.3 ファイナルテスト結果（その2）

	民間住宅投資			民間設備投資		
	実績値 (10億円)	推計値 (10億円)	誤差率 (%)	実績値 (10億円)	推計値 (10億円)	誤差率 (%)
1981	5,750	5,469	-4.89	9,629	9,419	-2.18
1982	5,776	5,571	-3.54	9,927	10,062	1.36
1983	5,803	5,900	1.67	10,351	10,588	2.29
1984	5,832	6,145	5.38	11,141	11,517	3.37
1985	5,861	6,457	10.17	12,562	12,345	-1.73
1986	6,536	6,609	1.12	13,655	13,320	-2.45
1987	7,288	7,442	2.11	15,248	16,043	5.21
1988	8,128	8,065	-0.76	17,031	17,274	1.43
1989	9,064	8,242	-9.08	19,523	19,023	-2.56
1990	10,109	8,389	-17.02	21,747	20,048	-7.81
1991	8,740	8,240	-5.72	21,451	20,966	-2.26
1992	7,980	7,227	-9.44	19,782	19,175	-3.07
1993	7,701	6,932	-9.98	18,495	18,579	0.45
1994	7,787	7,074	-9.16	16,961	18,119	6.83
1995	6,989	7,252	3.76	17,262	18,351	6.31
1996	7,591	7,179	-5.42	17,543	18,688	6.53
1997	6,542	6,954	6.30	20,625	18,601	-9.81
1998	5,998	6,893	14.94	19,341	18,180	-6.00
1999	6,279	6,936	10.45	18,439	17,976	-2.51
MAPE			6.89			3.90

表 4.4 ファイナルテスト結果（その3）

	家計可処分所得			就業者数		
	実績値 (10億円)	推計値 (10億円)	誤差率 (%)	実績値 (万人)	推計値 (万人)	誤差率 (%)
1981	60,164	60,623	0.76	1,364	1,369	0.32
1982	62,710	62,645	-0.10	1,389	1,394	0.37
1983	65,376	65,906	0.81	1,414	1,420	0.38
1984	68,167	68,908	1.09	1,440	1,444	0.30
1985	71,090	72,391	1.83	1,467	1,469	0.18
1986	74,633	75,086	0.61	1,495	1,493	-0.12
1987	78,407	75,571	-3.62	1,524	1,519	-0.35
1988	82,428	81,664	-0.93	1,554	1,547	-0.41
1989	86,714	85,649	-1.23	1,585	1,576	-0.59
1990	91,281	89,344	-2.12	1,617	1,602	-0.90
1991	93,250	90,980	-2.43	1,630	1,625	-0.30
1992	94,406	93,931	-0.50	1,643	1,640	-0.17
1993	95,754	93,231	-2.63	1,657	1,651	-0.36
1994	96,113	94,568	-1.61	1,671	1,661	-0.63
1995	96,963	96,209	-0.78	1,686	1,671	-0.92
1996	98,840	96,564	-2.30	1,679	1,679	-0.03
1997	97,384	95,872	-1.55	1,673	1,670	-0.13
1998	94,432	95,782	1.43	1,666	1,664	-0.14
1999	94,015	96,175	2.30	1,660	1,660	-0.04
MAPE			1.51			0.35

ファイナルテストの結果、平均絶対誤差率は、民間消費支出および就業者数で1%未満、地域内総生産および家計可処分所得で2%未満であり、非常に再現性がよいと言える。民間住宅投資、民間設備投資については、それぞれ7%弱、4%弱とやや大きいだが、地域内総生産、家計可処分所得、就業者数等のシミュレーションを行う上では問題がない水準であると考えられる。

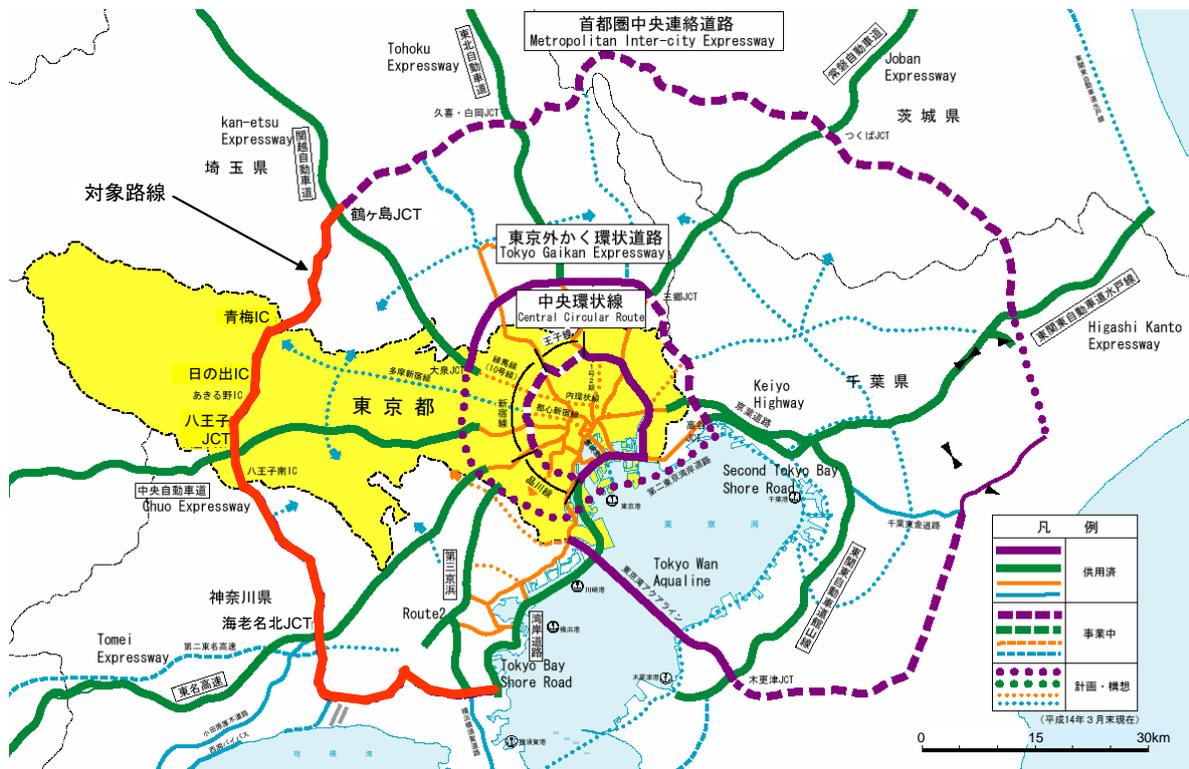
#### (4) シミュレーション

##### 1) シミュレーションの前提条件

###### ①対象交通施設

本章では、首都圏における交通施設整備プロジェクトとして、首都圏中央連絡自動車道（圏央道）の一部区間（鶴ヶ島～八王子～横浜：約 85km）を取り上げ、2001 年に全線が供用されると仮定する。なお、実際には、同区間のうち、1996 年 3 月に鶴ヶ島 JCT～青梅 IC（19.8km）、2002 年 3 月に青梅 IC～日の出 IC（8.7km）、2005 年 3 月に日の出 IC～あきる野 IC（2.0km）が開通している。

図 4.9 に対象施設の位置を示す。



出典) 東京都ホームページ (<http://www.metro.tokyo.jp/>) より作成

図 4.9 シミュレーション対象施設

###### ②シミュレーション期間

シミュレーション期間は、供用開始後 40 年間とし、2000～2040 年とする。

###### ③外生変数

圏央道の整備は、沿道区間の生活圏間（川越～八王子～相模原～横浜）の走行速度を 40km/h から 80km/h に増加させ、(4.13c)、(4.14c)式で示した交通近接性の増加をもたらすと仮定する。なお、交通近接性は、供用開始後は 2040 年まで変化しないものとする。

交通近接性以外の外生変数の将来値については、人口は国立社会保障・人口問題研究所による都道府県別将来人口の推計値を用い、その他は最新値に固定する。

## 2) マクロ経済変数への影響

図 4.10～4.13、表 4.5～4.6 に、プロジェクトありの状況 (with) およびプロジェクトなしの状況 (without) における地域内総生産、民間消費支出、家計可処分所得および就業者数のシミュレーション結果を示す。

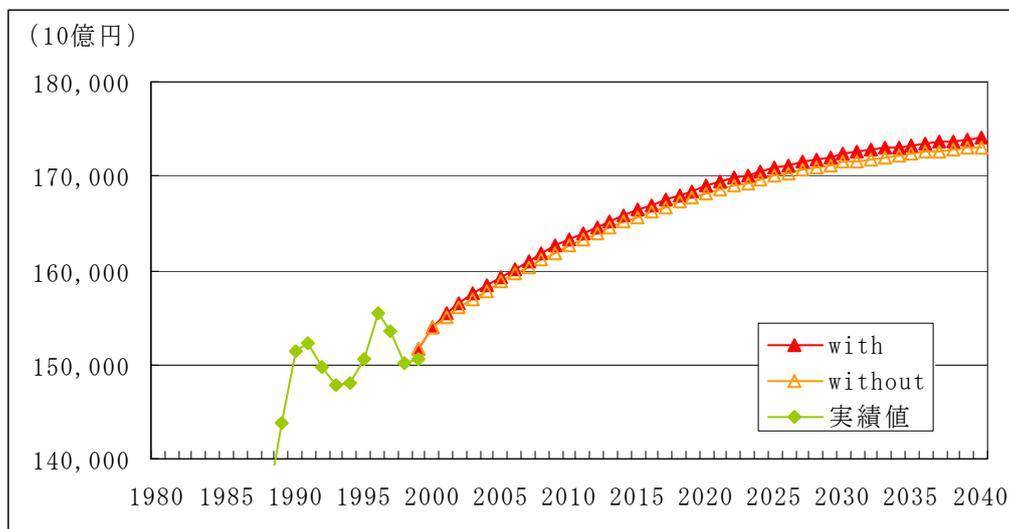


図 4.10 シミュレーション結果 (地域内総生産)

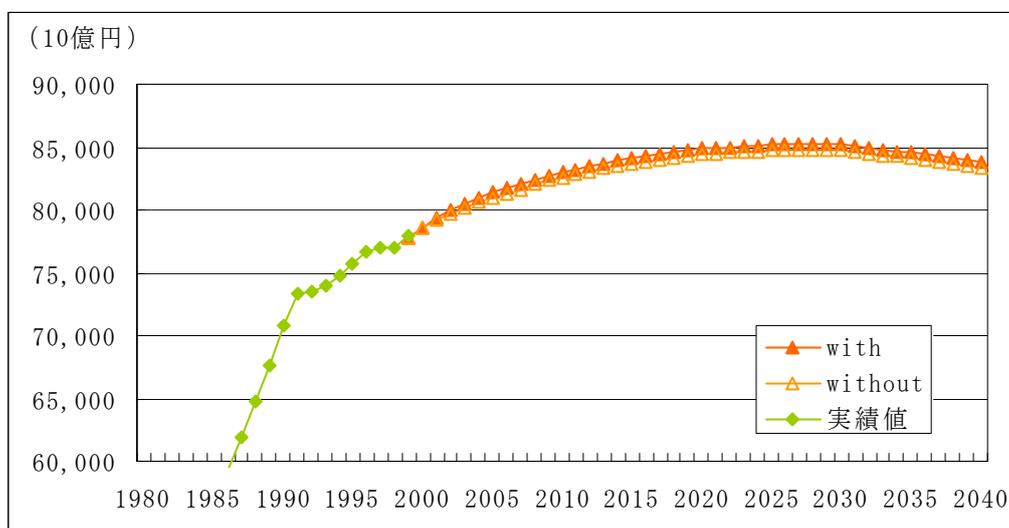


図 4.11 シミュレーション結果 (民間消費支出)

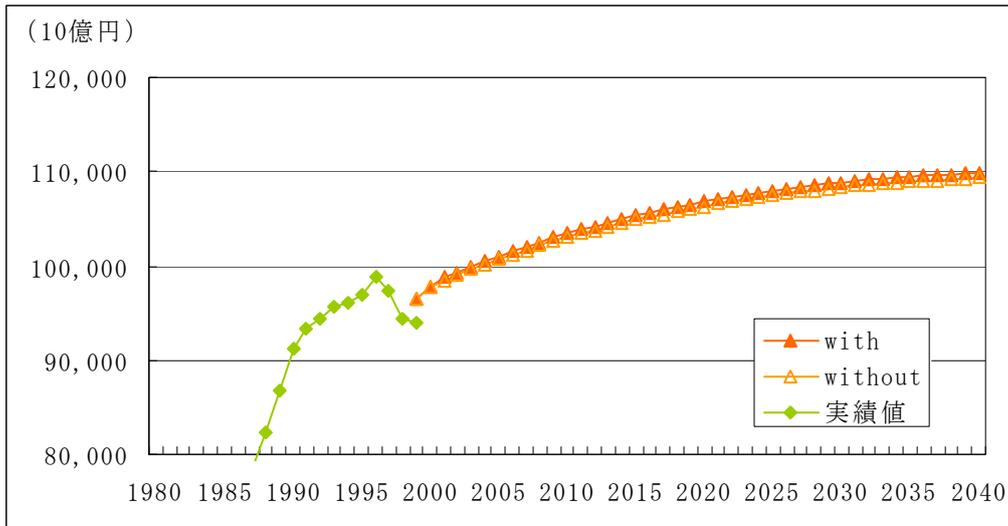


図 4.12 シミュレーション結果（家計可処分所得）

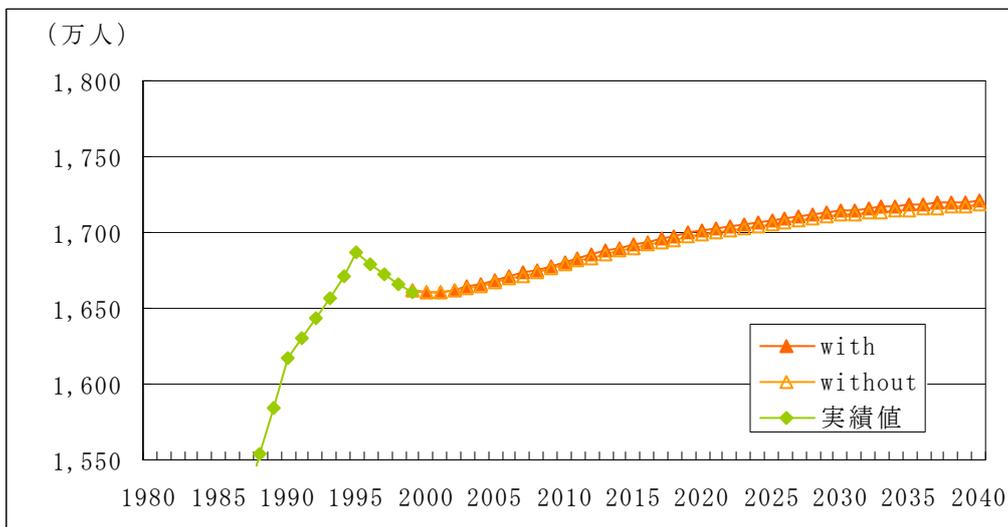


図 4.13 シミュレーション結果（就業者数）

表 4.5 シミュレーション結果（その1）

	地域内総生産（10億円）			民間消費支出（10億円）		
	without	with	with- without	without	with	with- without
2000	153,974	153,974	0	78,564	78,564	0
2001	155,067	155,510	443	79,184	79,349	165
2002	156,038	156,536	498	79,704	79,956	252
2003	156,976	157,503	527	80,172	80,471	298
2004	157,883	158,437	553	80,611	80,936	325
2005	158,760	159,337	577	81,030	81,372	342
2006	159,584	160,183	599	81,340	81,695	354
2007	160,378	160,997	619	81,663	82,027	364
2008	161,147	161,785	638	81,985	82,358	372
2009	161,889	162,545	656	82,303	82,683	380
2010	162,604	163,277	673	82,614	83,001	387
2011	163,269	163,958	689	82,827	83,220	393
2012	163,908	164,612	704	83,054	83,452	398
2013	164,525	165,244	719	83,283	83,687	404
2014	165,119	165,852	732	83,508	83,917	409
2015	165,690	166,435	746	83,728	84,142	414
2016	166,215	166,974	758	83,853	84,271	418
2017	166,719	167,489	770	83,992	84,415	423
2018	167,205	167,987	782	84,135	84,562	427
2019	167,672	168,464	793	84,276	84,707	431
2020	168,119	168,922	803	84,413	84,847	435
2021	168,529	169,342	813	84,467	84,905	438
2022	168,920	169,743	823	84,534	84,975	441
2023	169,297	170,129	832	84,605	85,049	444
2024	169,659	170,500	841	84,675	85,122	447
2025	170,005	170,854	849	84,741	85,190	450
2026	170,316	171,174	857	84,727	85,178	452
2027	170,613	171,478	865	84,727	85,181	454
2028	170,899	171,771	872	84,731	85,188	456
2029	171,172	172,051	879	84,736	85,194	458
2030	171,433	172,319	886	84,738	85,198	460
2031	171,639	172,531	892	84,566	85,027	461
2032	171,833	172,731	898	84,434	84,896	462
2033	172,024	172,928	904	84,320	84,783	463
2034	172,206	173,115	909	84,213	84,678	464
2035	172,378	173,293	915	84,108	84,573	465
2036	172,531	173,450	919	83,960	84,426	466
2037	172,673	173,597	924	83,820	84,287	466
2038	172,807	173,736	929	83,683	84,150	467
2039	172,933	173,866	933	83,546	84,014	467
2040	173,051	173,988	937	83,408	83,876	468

表 4.6 シミュレーション結果（その2）

	家計可処分所得（10億円）			就業者数（万人）		
	without	with	with- without	without	with	with- without
2000	97,814	97,814	0	1,661	1,661	0.00
2001	98,473	98,741	267	1,661	1,661	0.38
2002	99,059	99,359	300	1,661	1,662	0.71
2003	99,624	99,942	318	1,663	1,664	0.98
2004	100,171	100,505	334	1,665	1,666	1.20
2005	100,700	101,048	348	1,667	1,668	1.38
2006	101,197	101,558	361	1,669	1,671	1.53
2007	101,676	102,049	373	1,671	1,673	1.66
2008	102,140	102,524	385	1,674	1,676	1.77
2009	102,587	102,982	395	1,676	1,678	1.87
2010	103,018	103,423	406	1,679	1,681	1.95
2011	103,419	103,834	415	1,681	1,683	2.03
2012	103,804	104,229	424	1,683	1,685	2.09
2013	104,176	104,610	433	1,686	1,688	2.15
2014	104,534	104,976	442	1,688	1,690	2.21
2015	104,878	105,328	450	1,690	1,692	2.26
2016	105,195	105,652	457	1,692	1,694	2.30
2017	105,499	105,963	464	1,694	1,696	2.35
2018	105,792	106,263	471	1,695	1,698	2.39
2019	106,073	106,551	478	1,697	1,700	2.43
2020	106,343	106,827	484	1,699	1,701	2.46
2021	106,590	107,081	490	1,700	1,703	2.49
2022	106,826	107,322	496	1,702	1,704	2.53
2023	107,054	107,555	502	1,703	1,706	2.56
2024	107,272	107,779	507	1,705	1,707	2.58
2025	107,480	107,992	512	1,706	1,708	2.61
2026	107,668	108,185	517	1,707	1,710	2.64
2027	107,847	108,368	521	1,708	1,711	2.66
2028	108,019	108,545	526	1,709	1,712	2.69
2029	108,184	108,714	530	1,710	1,713	2.71
2030	108,341	108,875	534	1,711	1,714	2.73
2031	108,466	109,004	538	1,712	1,715	2.75
2032	108,583	109,124	541	1,713	1,716	2.77
2033	108,698	109,242	545	1,714	1,717	2.79
2034	108,807	109,356	548	1,714	1,717	2.80
2035	108,911	109,463	551	1,715	1,718	2.82
2036	109,003	109,558	554	1,716	1,719	2.84
2037	109,089	109,646	557	1,716	1,719	2.85
2038	109,170	109,730	560	1,717	1,720	2.87
2039	109,246	109,809	563	1,717	1,720	2.88
2040	109,317	109,882	565	1,718	1,721	2.89

### 3) 便益帰着構成表

地域マクロ計量経済モデルのアウトプットを用い、対象プロジェクトの便益帰着構成表が年度別に作成可能である。今回のシミュレーションでは、外生変数である政府消費支出および公的総固定資本形成は、施設整備ありなしに関わらず一定と仮定しており、これらの変化による便益は0となるため、政府の帰着便益が算出されない。そこで、経済主体として、家計および企業のみを考慮する。

交通利用者便益については、プロジェクトなし、ありの状況における地域内総生産のシミュレーション結果および交通近接性を(4.21)'式に代入して交通需要を算出し、算出された交通需要を(4.20)式に代入することにより、近似的に算出することができる。家計および企業の交通利用者便益は、(4.20)式から求められた全体の利用者便益について、表 4.7 に示す道路発生交通量の家計と企業の比率（全国）を用いて按分して算出する。なお、時間価値は、便宜的に費用便益分析マニュアル（2003）<sup>31)</sup>における乗用車の時間価値（72.45 円／分・台＝4,347 円／時間・台）を用いる。

表 4.8 に、各年の地域マクロ計量経済モデルのアウトプットを用いた便益帰着構成表の一例として、2010 年度における構成表を示す。

表 4.7 家計と企業の道路発生交通量

単位：千台／日

家計	企業	合計
80,390	66,624	147,014

注) 乗用車類（自家用）の業務および帰社目的、乗用車類（営業用）、貨物車類の交通を企業の交通とした。

出典) 平成11年度道路交通センサス自動車起終点調査基本集計表、国土交通省道路局

表 4.8 マクロ計量経済モデルのアウトプットを用いた便益帰着構成表（2010 年度）

単位：10億円

便益	家計	企業	合計
交通利用者便益	104	86	190
民間消費支出の変化による便益	282	0	282
民間住宅投資の変化による便益	30	0	30
民間企業設備投資の変化による便益	0	28	28
移輸出の変化による便益	0	0	0
合計	416	114	530

ここで、便宜的に、家計の交通利用者便益はすべて民間消費支出の変化に帰着し、企業の交通利用者便益はすべて民間企業設備投資に帰着すると仮定している。すなわち、表 4.1 において、 $\alpha_1 = \beta_1 = 1$ 、 $\alpha_2 = \beta_2 = \beta_3 = 0$  としている。

#### 4) 帰着便益

(4.29)~(4.31)式に、プロジェクトなし、ありの状況における1人あたり民間消費支出のシミュレーション結果および地域人口(外生)を代入すると、地域全体の帰着便益TEV(=TCV)を年度別に算出することができる。

費用については、建設費および維持管理費を考える。建設費は、圏央道の既供用区間の単位延長あたり建設費(200億円/km)が対象区間全体に当てはまるとし、これに延長(85km)を乗じた額がすべて2000年に発生すると仮定する。維持管理費は、最新の単位延長あたり維持管理費(0.55億円)を用い、これに延長(85km)を乗じた額が供用開始後、毎年発生すると仮定する。

図4.14に地域全体の帰着便益(TEV)の2001~2040年までの変化を示す。また、各年のTEV、費用に加え、2000年度基準で割引率4%として現在価値化した各年のTEV、費用およびそれらの40年間の合計を表4.9に示す。

表4.9から、圏央道の整備による首都圏1都3県への帰着便益(TEV)の40年間計の割引現在価値は8.3兆円程度、これを費用の合計の割引現在価値で除した費用便益費(B/C)は、約4.64であることが分かる。

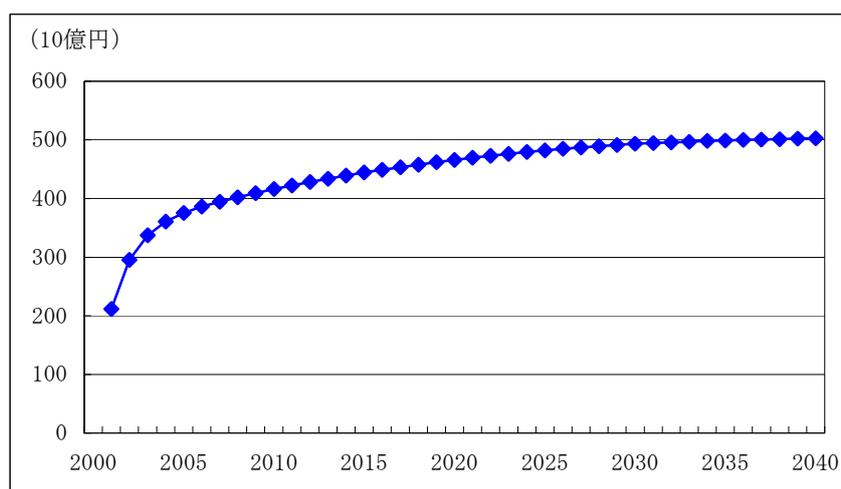


図 4.14 地域全体の帰着便益(TEV、割引前)の変化

表 4.9 圏央道整備による地域全体の帰着便益（TEV）および費用

単位：10億円

	TEV		費用	
	割引前	割引後	割引前	割引後
2000	0	0	1,700	1,700
2001	212	204	4.7	4.5
2002	295	273	4.7	4.3
2003	337	300	4.7	4.2
2004	360	308	4.7	4.0
2005	375	309	4.7	3.8
2006	386	305	4.7	3.7
2007	395	300	4.7	3.6
2008	402	294	4.7	3.4
2009	409	288	4.7	3.3
2010	416	281	4.7	3.2
2011	422	274	4.7	3.0
2012	428	267	4.7	2.9
2013	434	260	4.7	2.8
2014	439	254	4.7	2.7
2015	444	247	4.7	2.6
2016	449	240	4.7	2.5
2017	453	233	4.7	2.4
2018	458	226	4.7	2.3
2019	462	219	4.7	2.2
2020	466	213	4.7	2.1
2021	469	206	4.7	2.1
2022	473	199	4.7	2.0
2023	476	193	4.7	1.9
2024	479	187	4.7	1.8
2025	482	181	4.7	1.8
2026	484	175	4.7	1.7
2027	487	169	4.7	1.6
2028	489	163	4.7	1.6
2029	491	158	4.7	1.5
2030	493	152	4.7	1.4
2031	495	147	4.7	1.4
2032	496	141	4.7	1.3
2033	497	136	4.7	1.3
2034	498	131	4.7	1.2
2035	499	126	4.7	1.2
2036	500	122	4.7	1.1
2037	501	117	4.7	1.1
2038	501	113	4.7	1.1
2039	502	109	4.7	1.0
2040	502	105	4.7	1.0
40年間計	17,857	8,322	1,887	1,793

$B/C=4.64$

#### 4-6 交通政策への活用方法

マクロ計量経済モデルは、交通施設整備が様々なマクロ経済変数に及ぼす影響を長期時系列で計測することができる。このため、本章の手法により、マクロ計量経済モデルのアウトプットを用いた利用者便益および帰着便益についても、長期時系列で容易に算出することが可能となる。

本章の冒頭でも述べたように、マクロ計量経済モデルは、大規模な交通施設整備の評価モデルとして多くの実績を有している。また、本章の実証分析の例からも明らかなように、マクロ計量経済モデルのマクロ経済変数（地域内総生産、所得、雇用等）に関する現況再現性は極めて良好であり、この意味からの実務的信頼性は高い。したがって、既存のマクロ計量経済モデル（あるいはその更新モデル）と本章の手法を組み合わせることで、ケインズ均衡を仮定した下での信頼性の高い長期時系列のマクロ経済変数への影響、交通利用者便益、帰着便益について、それぞれ整合性を保った形で同時に計測することができる。これは、マクロ経済変数への影響、交通利用者便益、帰着便益をそれぞれ別個の手法で計測する場合と比較して、交通施設整備プロジェクトの実施の是非検討、優先順位の決定に際して、信頼性の高い有意義な情報となると考えられる。

いま、本章の手法により算出された長期時系列の帰着便益について、将来世代を含む世代別に按分することを考える。これは、現在から将来までの各年次の年齢階層別人口、各年齢階層の消費支出の割合を想定することによって比較的容易に可能と考えられる。一方、交通施設整備の費用負担についても、現在の費用負担制度やプロジェクトの費用負担計画に基づく各年の費用負担額を算出し、各年齢階層の費用負担割合を想定することによって、世代別に按分することが可能である。現在の費用負担制度としては、整備期間中の税金による負担（整備期間中の納税者世代の負担）、借入金の料金・運賃による償還（供用開始後の利用者世代の負担）、借入金の将来の税金による償還（将来の納税者世代の負担）、あるいはこれらの組み合わせが考えられ、実際には整備主体や施設によって様々である。各世代の帰着便益と費用負担が算出されると、これらを比較することにより、現在の費用負担制度、費用負担計画に基づく当該プロジェクトの世代間公平性を検証することができる。この際、各世代の各年次の帰着便益および費用負担について、各世代の誕生年次を基準として割り引くことにより、各世代の時間選好を考慮した上で将来世代に不利にならないような評価を行う必要がある。

今後、財源が限られてくる中で、必要な交通施設整備を行っていくためには、世代間の受益と費用負担のある程度の公平化を念頭に置き、将来世代に対してこれまで以上に費用負担を求めていく必要が生じてくるかもしれない。この際、以上の手順で算出される各世代の帰着便益を参考として、費用負担制度や費用負担計画（借入金の割合や償還期間等）を再検討することにより、世代間公平性を確保していくことが可能となる。もちろん、将来世代の帰着便益については、年齢階層別人口の将来値の想定、マクロ計量経済モデルの仮定やパラメータ推定等における不確実性を伴うため、これらの不確実性を十分に考慮した上で、費用負担制度、費用負担計画を検討する必要があることは言うまでもない。

図 4.15 に、本章の手法の交通政策への活用イメージを示す。

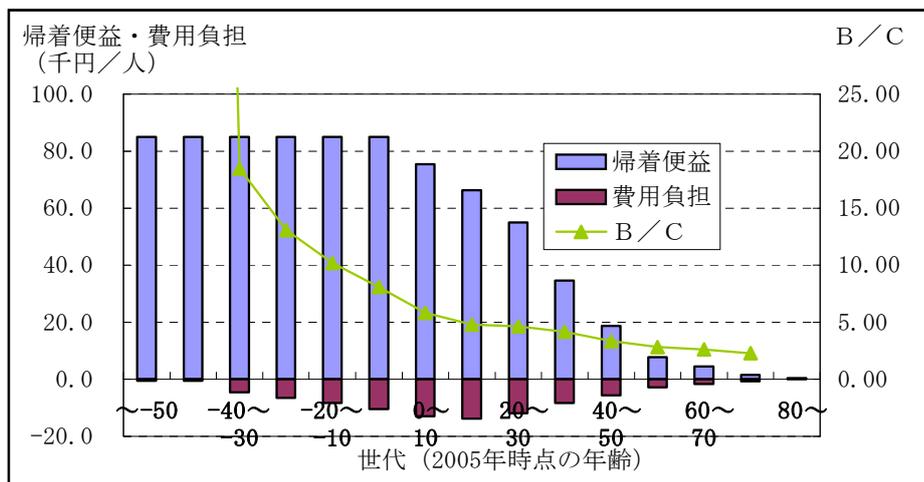
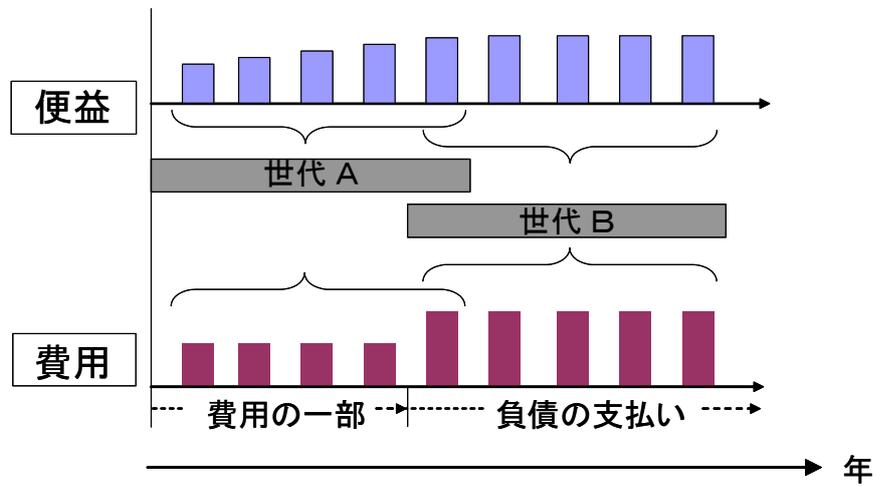


図 4.15 本章の手法の交通政策への活用イメージ

#### 4-7 まとめ

本章では、交通施設整備の効果計測を目的とした一般的なマクロ計量経済モデルを概説した上で、交通利用者便益との整合を考慮したマクロ計量経済モデルを提案するとともに、マクロ計量経済モデルのアウトプットを用いて帰着便益（TEV、TCV）を導出することにより、マクロ計量経済モデルから利用者便益や帰着便益の計測、便益帰着構成表の作成が可能であることを示した。また、このことにより、「計測される効果はあくまでも経済諸変数に与える影響であり、便益ではないためそのまま費用便益分析に用いることができない」という従来指摘されていたマクロ計量経済モデルの短所の打破を試みた。

実証分析の結果から明らかのように、マクロ計量経済モデルによるシミュレーション結果が得られれば、交通利用者便益および帰着便益の計測、便益帰着構成表の作成が容易な計算により可能となる。すなわち、本章の手法は、既存のマクロ計量経済モデルの拡張および有効活用方法として位置付けることができ、労働市場の不均衡（失業の存在）や独立的な設備投資等を前提とした現況再現力が非常に高いモデルに基づく交通利用者便益、帰着便益が計測できるという意味で、本手法の実務的な意義は大きいと考える。また、ケインズ均衡下における長期時系列の交通利用者便益、帰着便益の計測は、最近の実務的要請の1つであるアウトプット項目の多様性に貢献していると言える。

ただし、本章の手法を用いてプロジェクト評価を行う場合には、計測される交通利用者便益は厳密なものではなく近似的なものであること、帰着便益には余暇時間の増加に伴う効用水準の向上は含まれていないこと等の手法の限界について、評価結果の前提条件として常に認識しておく必要がある。

#### 【第4章の参考文献】

- 1) Tetsuji SATO and Masayuki MIYAKAWA (2004): The Macro Econometric Model for Evaluating the Long-range Plan of Transport Infrastructure Development in Japan, *Selected Proceedings of 10th World Conference on Transport Research* (CD-Rom)
- 2) Tetsuji SATO and Makoto YONEKAWA (2003): Evaluation of Transport Investment focusing on Interregional and Intergenerational Equity, *Journal of the Eastern Asia Society for Transportation Studies*, Vol.5 (CD-Rom)
- 3) 吉野 直行、上田 孝行、佐藤 徹治 (2002) : 地域計量経済モデルによる首都高速中央環状線の事業効果計測、特集論文 都市高速道路、「新都市」、第56巻 第2号、pp. 21-29
- 4) Komei SASAKI, Tetsuji SATO and Sotaro KUNIHISA (1999): Macro Economic Effect of Road Transport Policies: Empirical Analysis for Japan, *Interdisciplinary Information Sciences*, Vol.5, No.1, TOHOKU University, Japan, pp.45-54
- 5) 坂下 昇、佐々木 公明、松尾 昌平、山根 敬生、国久 荘太郎(1973) : グローバル・メッツ・モデルによる交通投資効果の分析、「地域学研究」、第4巻、pp. 51-72
- 6) 国久 荘太郎 (1978) : 日本経済の空間的計量モデル(SPAMETRI)の適用による新幹線および高速道路投資の効果分析、「地域学研究」、第8巻、pp. 15-37
- 7) 国久 荘太郎 (1982) : 道路整備五箇年計画の実施による経済効果計測のための方法論について、「道路交通経済」、'82-10、pp. 30-47
- 8) 国久 荘太郎 (1987) : 道路整備五箇年計画の実施による経済効果計測について、「道路交通経済」、'87-10、pp. 46-60
- 9) 永森 栄次郎(1993) : 第11次道路整備五箇年計画の経済効果、「道路交通経済」、'93-10、pp. 87-98
- 10) 国久 荘太郎 (1997) : 新たな道路整備五箇年計画の実施による経済効果計測、特集 21世紀に向けた新たな道路政策の課題、「道路交通経済」、'97-10、pp. 28-35
- 11) Sotaro KUNIHISA and Michihiro KAIYAMA (1998): The Economic Effect of Highway Construction – A Comparative Analysis for the U.K., Germany and Japan –, *review of urban & regional development studies*, Journal of the Applied Regional Science Conference, Vol.10, No.1, Japan, pp.28-41
- 12) David Alan ASCHAUER (1989): Is Public Expenditure Productive?, *Journal of Monetary Economics*, Vol.23, North-Holland, pp.177-200
- 13) Alcía H. Munnell and Leah M. Cook (1990): How does Public Infrastructure Affect Regional Economic Performance ?, *New England Economic Review*, September/October 1990, pp.11-32
- 14) Ben J. Heijdra, Jenny E. Ligthart and Frederick van der Ploeg (1998): Fiscal Policy, distortional taxation, and direct crowding out under monopolistic competition, *Oxford Economic Papers*, Vol. 50, pp.79-88
- 15) 建設省道路局、(財)計量計画研究所 (1988) : 「道路投資の経済効果に関する研究」
- 16) 建設省道路局、(財)計量計画研究所 (1993) : 「道路投資の経済効果に関する研究」
- 17) 建設省道路局、(財)計量計画研究所 (1998) : 「道路投資の経済効果に関する研究」
- 18) 国土交通省道路局、(財)計量計画研究所 (2003) : 「道路投資の経済効果に関する研究」

- 19) 首都高速道路公団計画部、(財)計量計画研究所 (2001) : 「経済モデルを用いた中央環状線の整備効果の分析 報告書」
- 20) 首都高速道路公団計画部、(財)計量計画研究所 (2002) : 「中央環状線の整備効果に関する調査研究 報告書」
- 21) (財)運輸経済研究センター (1997) : 「新幹線が果たした役割と整備新幹線の効果の予測」
- 22) (財)計量計画研究所 (2001) : 「ミクロ的基礎を踏まえたシミュレーションモデルに関する研究 中間報告書」
- 23) 土木学会土木計画学研究委員会 (1998) : 「応用一般均衡モデルの公共投資評価への適用」、土木計画学ワンデーセミナー シリーズ15
- 24) 岐阜大学工学部公共投資評価研究グループ (1997) : 「公共投資の評価手法－拡張費用便益分析の基礎的考え方から適用法まで－」
- 25) Sean Holly and Martin Weale (2000): *Econometric Modelling – Techniques and Applications –*, Cambridge University Press
- 26) 吉野 直行、中島 隆信 [編] (1999) : 「公共投資の経済効果」、日本評論社
- 27) 森杉 壽芳 [編] (1997) : 「社会資本整備の便益評価 一般均衡理論によるアプローチ」、日本交通政策研究会 研究双書12、勁草書房
- 28) G.S.MADDALA [著]、和合 肇 [訳] (1996) : 「計量経済分析の方法 第2版」、シーエーピー出版
- 29) 箕谷 千風彦 [著] (1997) : 「計量経済学」、数量経済分析シリーズ 第1巻、多賀出版
- 30) 和合 肇、伴 金美 [著] (1995) : 「TSPによる経済データの分析 第2版」、東京大学出版会
- 31) 国土交通省道路局、都市・地域整備局 (2003) : 「費用便益分析マニュアル」
- 32) 内閣府経済社会総合研究所 (2001) : 「県民経済計算年報 平成13年版」
- 33) 厚生労働省 (2001) : 「毎月勤労統計調査年報」
- 34) 国土交通省道路局 (各年) : 「道路時刻表」
- 35) 国土交通省道路局 (1999) : 「平成11年度 道路交通センサス自動車起終点調査 基本集計表」

## 第5章 労働と資本の不均衡的蓄積を考慮した動学的応用一般均衡モデル

### 5-1 はじめに

1990年代から本格的な開発が始まった交通施設整備の評価を目的とした応用一般均衡モデル (CGE : Computable General Equilibrium Model)<sup>3)4)5)</sup> 他多数 やこれを空間的に拡張した空間的応用一般均衡モデル (SCGE : Spatial Computable General Equilibrium Model)<sup>例えは6)7)</sup> は、近年では、海峡横断道路プロジェクトなどいくつかの大規模交通施設整備の評価に用いられている<sup>8)9)</sup>。

ただし、応用一般均衡モデルは、基本的に1時点の評価を対象とした静学モデルであり、時間的および空間的に Closed なモデル体系であるために、労働や資本ストックの変化を考慮した長期的な分析には不適切であるという指摘がなされている。最近では、資本ストックの蓄積過程を組み込み、応用一般均衡モデルを長期に拡張した動学的応用一般均衡モデル (DCGE : Dynamic Computable General Equilibrium Model) が開発されつつある<sup>10)~13)</sup>。しかし、従来の新古典派的な動学的応用一般均衡モデルは、マクロ計量経済モデルと比較すると、経済諸変数、特に民間設備投資や民間資本ストックの過去の再現性が悪く、モデルの信頼性を問われ、実務上で支障を来す場合がある。また、近年の我が国のように高い失業率が問題となっている状況下では、応用一般均衡モデルが仮定している労働市場の均衡は現実と乖離しており、交通施設整備による雇用への影響を計測できないことの問題は大きい。

一方で、応用一般均衡モデルは、厳密な意味でのミクロ経済学的基礎 (行動理論) に基づいており、さらに家計の時間制約を考慮した中での交通施設整備による時間短縮による直接的な効用増加を評価できる、といったマクロ計量経済モデルにはない長所を有する。なお、交通分野以外においては、ミクロ経済学的基礎 (行動理論) に基づいて、労働市場の不均衡 (失業) や資本蓄積をモデル化する試みもなされている<sup>15)~24)</sup>。ただし、これらは理論的なモデル構築に留まっており、実証的な分析が可能な枠組みを提示するまでには至っていない。

以上の背景から、交通施設整備の評価の現場においては、現況再現性が良好で、雇用への影響も含め、長期的な評価に耐え得る動学的応用一般均衡モデルの構築が求められている。本章では、まず、交通施設整備の効果計測を目的とした一般的な応用一般均衡モデルの概要および既存の新古典派的な動学的応用一般均衡モデルの考え方、不均衡理論の研究動向を示した上で、応用一般均衡モデルにマクロ経済関数 (就業者数、民間設備投資および民間資本ストックを表す関数) を組み合わせることにより、就業者数の変化および独立的な民間設備投資による民間資本ストックの不均衡的蓄積を考慮した現況再現力の高い動学的応用一般均衡モデルを提案する。さらに、3章および4章と同様に、開発したモデルを首都圏における交通施設整備プロジェクトに適用した実証分析の例を示す。

## 5-2 交通施設整備の効果計測を目的とした一般的な応用一般均衡モデル

### (1) 応用一般均衡モデルにおける交通施設整備効果の考え方

交通施設整備の効果計測を目的とした一般的な応用一般均衡モデルでは、施設完成後のストック効果（施設効果）のみが計測可能である。応用一般均衡モデルにおいては、すべての市場（消費財市場、生産要素市場、中間財市場）が完全競争的で長期均衡状態にあるとの仮定の下、交通施設整備によるストック効果は、通常、次の2つのルートを通じた家計の効用水準の増加として計測される。a) 交通施設整備によって、家計の交通所要時間が短縮され、余暇時間が増加することによって家計の効用が増加する。b) 交通施設整備によって、企業の生産効率が向上し、財価格の低下を通じて家計の財消費量が増加し、効用が増加する。

以下では、一般的な静学的な応用一般均衡モデルについて概説した後、既存の動的な応用一般均衡モデルの考え方を示す。

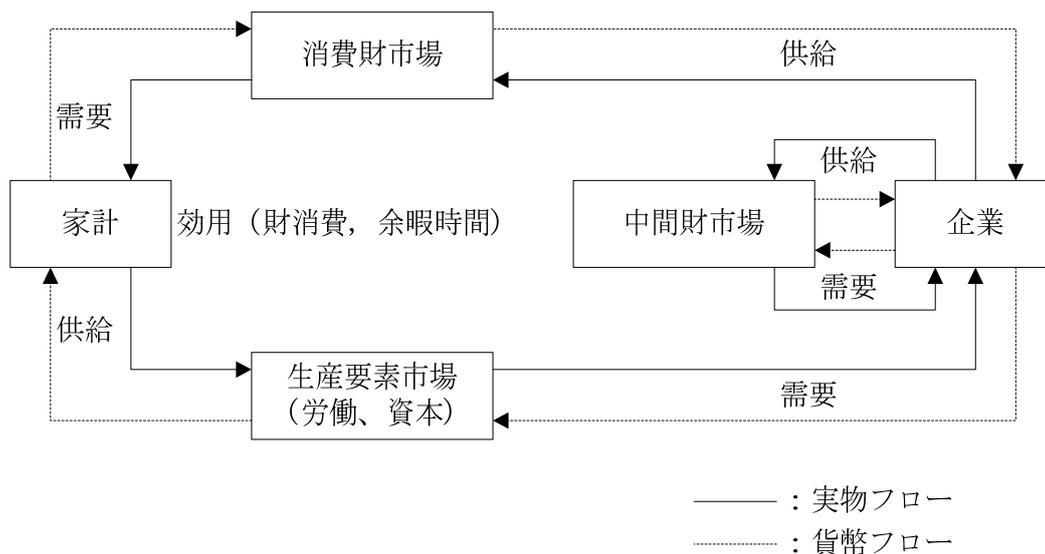


図 5.1 応用一般均衡モデルで仮定する各市場の均衡

## (2) 一般的な応用一般均衡モデルの概要

上記の交通施設整備の考え方に基づく一般的な応用一般均衡モデルは、経済主体の経済制約に基づく合理的行動、各市場の均衡状態を定式化したものである。

以下、一般的な静学的な応用一般均衡モデルにおける家計と企業の経済制約および合理的行動、市場均衡式、帰着便益の定義を示す。ここで、経済主体として家計および企業、生産要素としては労働および資本のみを考える。また、 $J$ 種類の生産財 ( $j=1, \dots, J$ ) が存在し、それぞれに代表的企業 (アクティビティベース、 $j=1, \dots, J$ ) があると仮定する。なお、ここで概説する応用一般均衡モデルは、以上の仮定に基づき、既存研究<sup>3)~9)</sup>を参考として構築したものである。

### 1) 家計の行動

代表的家計は、企業によって生産される財を消費することで満たされる効用を所得制約および時間制約の下で最大化すると仮定し、以下のように定式化される。

$$V = \max U(x_1, \dots, x_J, l) \quad (5.1)$$

$$\text{s.t. } \sum_j p_j x_j = wL + \frac{rK}{N} \quad (5.2)$$

$$\tau + L + l = \Omega \quad (5.3)$$

ただし、 $V$ は家計の間接効用関数、 $U$ は家計の直接効用関数で、 $p_j$ は企業 $j$ による生産財の価格、 $x_j$ は企業 $j$ による生産財の消費量 (1世帯あたり)、 $l$ は余暇時間 (1世帯あたり) である。 $L$ は労働供給量 (1世帯あたり労働時間)、 $K$ は資本供給量、 $N$ は世帯数、 $w$ は賃金率、 $r$ は資本のレンタル価格を表す。また、 $\tau$ は交通所用時間 (1世帯あたり)、 $\Omega$ は利用可能時間 (1世帯あたり、睡眠時間等の基礎的時間を除いた時間) である。

ここで、各財および余暇の間で一定の代替弾力性を持つと仮定すると、直接効用関数を(5.4)式のように特定化できる。このとき、(5.1)~(5.3)式をラグランジュ未定乗数法により解くと、各財の需要関数(5.5)式、余暇の需要関数(5.6)式が得られる。

$$U = \sum_j \left( \beta_j \frac{1}{\sigma} \cdot x_j^{\frac{\sigma-1}{\sigma}} \right) + \beta_l \frac{1}{\sigma} \cdot l^{\frac{\sigma-1}{\sigma}} \quad (5.4)$$

$$x_j = \frac{\beta_j \{w(\Omega - \tau) + rK/N\}}{p_j^\sigma \left\{ \sum_j \beta_j (p_j)^{1-\sigma} + \beta_l w^{1-\sigma} \right\}} \quad (5.5)$$

$$l = \frac{\beta_l \{w(\Omega - \tau) + rK/N\}}{w^\sigma \left\{ \sum_j \beta_j (p_j)^{1-\sigma} + \beta_l w^{1-\sigma} \right\}} \quad (5.6)$$

ここで、 $\sigma$ は各財および余暇との間の代替弾力性、 $\beta$  ( $\sum_j \beta_j + \beta_l = 1$ ) はパラメータである。

この結果、(5.5)式および(5.6)式を(5.1)式に代入することにより、間接効用関数が導出される。

$$V = \left\{ w(\Omega - \tau) + \frac{rK}{N} \right\} \left\{ \sum_j \beta_j (p_j)^{1-\sigma} + \beta_l w^{1-\sigma} \right\}^{\frac{1}{\sigma-1}} \quad (5.7)$$

## 2) 企業の行動

生産物  $j$  ( $j = 1, \dots, J$ ) を生産する企業  $j$  は、生産制約の下で利潤最大化行動をすると仮定し、以下のように定式化される。

$$\max \pi_j = p_j X_j - wL_j - rK_j - \sum_i p_i a_{ij} X_j \quad (5.8)$$

$$\text{s.t. } X_j = \eta_j (L_j)^{1-\gamma_j} (K_j)^{\gamma_j} \quad (5.9)$$

ここで、 $\pi$  は企業利潤、 $X$  は財生産量、 $L$  は労働投入量、 $K$  は資本投入量である。また、 $a_{ij}$  は投入係数、 $\gamma$  は分配パラメータ（資本分配率）、 $\eta$  は企業の生産効率性を表すパラメータである。

(5.9)式を制約として(5.8)式の最大化問題を解くと、以下の労働需要関数および資本需要関数が導かれる。

$$L_j = \gamma_j \cdot \frac{p_j - \sum_i p_i a_{ij}}{w} X_j \quad (5.10)$$

$$K_j = (1 - \gamma_j) \cdot \frac{p_j - \sum_i p_i a_{ij}}{r} X_j \quad (5.11)$$

## 3) 市場均衡

各財市場、労働市場および資本市場において、次のような均衡条件が成立する。

$$X_j = N \cdot x_j + \sum_i a_{ji} X_i \quad (5.12)$$

$$N \cdot L = \sum_j L_j \quad (5.13)$$

$$K = \sum_j K_j \quad (5.14)$$

#### 4) 帰着便益

いま、間接効用関数(5.7)式において、以下のようにおく。

$$Y = w(\Omega - \tau) + \frac{rK}{N} \quad (5.15)$$

$$P = \sum_j \beta_j (p_j)^{1-\sigma} + \beta_1 w^{1-\sigma} \quad (5.16)$$

このとき、(5.7)式は(5.7)'式となる。

$$V = Y \cdot \{P\}^{\frac{1}{\sigma-1}} \quad (5.7)'$$

交通施設整備による家計への帰着便益は、EV (Equivalent Variation : 等価的偏差) または CV (Compensating Variation : 補償的偏差) として、以下のように定義される。

$$V(P^o, Y^o + EV) = V(P^w, Y^w) \quad (5.17)$$

$$V(P^o, Y^o) = V(P^w, Y^w - CV) \quad (5.18)$$

ここで、上添え字  $o$ 、 $w$  はそれぞれ交通施設整備なし、ありの状況を表している。

(5.7)'式を考慮して(5.17)、(5.18)式を書き直すと、以下ようになる。

$$(Y^o + EV) \cdot \{P^o\}^{\frac{1}{\sigma-1}} = (Y^w) \cdot \{P^w\}^{\frac{1}{\sigma-1}} \quad (5.19)$$

$$(Y^o) \cdot \{P^o\}^{\frac{1}{\sigma-1}} = (Y^w - CV) \cdot \{P^w\}^{\frac{1}{\sigma-1}} \quad (5.20)$$

(5.19)、(5.20)式を EV、CV について整理すると、(5.21)、(5.22)式が得られる。

$$EV = Y^o \cdot \left( \frac{V^w - V^o}{V^o} \right) \quad (5.21)$$

$$CV = Y^w \cdot \left( \frac{V^w - V^o}{V^w} \right) \quad (5.22)$$

EV および CV を図で示すと、図 5.2 のようになる。

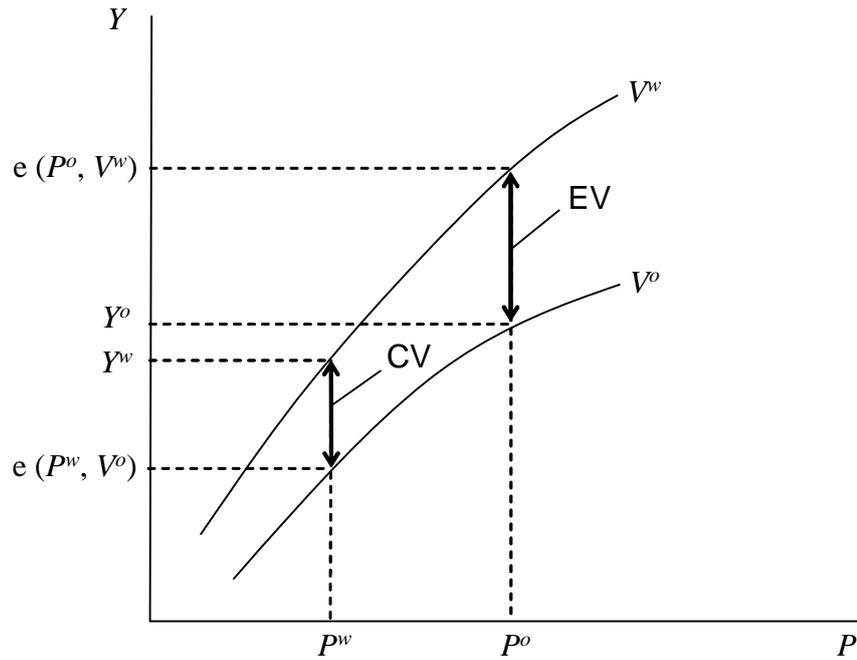


図 5.2 EV および CV

図 5.2 で、横軸は一般化価格、縦軸は一般化所得を表す。また、 $e(\cdot)$  は支出関数である。また、地域全体の便益は、EV、CV に世帯数を乗じて以下のように算出される。

$$\text{TEV} = N \cdot \text{EV} \quad (5.23)$$

$$\text{TCV} = N \cdot \text{CV} \quad (5.24)$$

ただし、TEV は地域全体の EV（等価的偏差）、TCV は地域全体の CV（補償的偏差）である。

### (3) 既存の動学的応用一般均衡モデルの考え方

以上に示した応用一般均衡モデルは、1時点における各市場の均衡を仮定したモデルであり、1時点のみの効果計測に対応している。これを多時点に拡張したモデルが動学的応用一般均衡モデル (DCGE: Dynamic Computable General Equilibrium Model) であり、一般的な新古典派成長モデルでは、民間資本ストックは家計の貯蓄行動によって時系列的に蓄積されていくと考える。

$$\frac{dK}{dt} = s(wL + rK) - \delta K \quad (5.25)$$

ここで、 $t$  は時間を表している。 $s$  は家計の貯蓄性向、 $\delta$  は民間資本の減耗率である。

(5.25)式を(5.1)～(5.24)式と組み合わせ、各時点で均衡計算を行うことにより、時系列の帰着便益を計測することが可能となる。ところが、実際の経済においては、域外から（または域外へ）の資本移転が多く存在するため、資本蓄積は家計貯蓄と一致しない。したがって、第2章で示されたように、新古典派的な動学的応用一般均衡モデルによる諸変数の現況再現性、とりわけ民間設備投資（＝家計貯蓄）の現況再現性は著しく悪い。

なお、最近の研究事例<sup>14)</sup>においては、総需要（マクロ経済バランス）との整合を考慮した一般均衡型の世代重複モデル (OLG: Overlapping Generation Model) が提案されており、その中では、政府の財政収支や域外との貿易収支を考慮した民間資本ストックの蓄積過程がモデル化されている。これを(5.25)式の拡張型で表現すると下式のようなになる。

$$\frac{dK}{dt} = \{s(wL + rK) - D + B\} - \delta K \quad (5.26)$$

ここで、 $D$  は政府の財政赤字、 $B$  は域外との貿易赤字である。ただし、将来のシミュレーションにおいて、財政赤字や貿易赤字を内生的に求めることが困難なため、これらは遠い将来には0になるという設定がなされているが、理論的実証的な根拠は乏しいと思われる。

### 5-3 不均衡理論の研究動向

#### (1) 労働市場の不均衡に関する理論

労働市場の不均衡理論は、ケインズの主張する非自発的失業の存在をミクロ経済学的基礎に基づき説明するものである。静学的な不均衡理論に関する研究は古くから行われている。

初期の不均衡理論は、「数量調整は十分速く進行するのに対して価格調整は非常に遅い」という仮定に基づくもので、価格固定モデル (fixed price approach) と呼ばれる。価格固定モデルでは、市場での取引量は需要と供給の少ない方に一致して決まる (Short Side Rule) という数量制約の下での家計、企業の合理的行動が定式化されている。価格固定モデルは、Patinkin (1965)<sup>15)</sup>、Clower (1965)<sup>16)</sup> の研究に端を発する。Patinkin (1965)<sup>15)</sup> は、財市場の数量制約下で、企業が労働をどのように需要するかという問題を扱い、悲観的な予想が非自発的失業を生み出すことを示した。一方、Clower (1965)<sup>16)</sup> は、家計の行動に焦点を当て、何らかの原因による労働需要の減少 (労働の超過供給による失業) が家計による財の有効需要を抑制し、これがさらに企業の労働需要を減少させる可能性を指摘した。さらに、Barrow and Grossman (1971)<sup>17)</sup> によってこれらの理論は統合され、循環過程を通じた非自発的失業がモデル化された。その後、Benassy (1975)<sup>18)</sup> などによって、価格固定モデルは一般均衡的枠組みの中で本格的に展開されてきた。なお、価格固定モデルでは、各経済主体は price taker として、外生的に与えられる価格を受け入れることになる。

これに対し、Hahn (1978)<sup>19)</sup>、根岸 (1980)<sup>20)</sup> は、各経済主体が常に price taker であるのは現実的ではないと考え、各経済主体が市場で前期あるいは今期に実現した取引量や価格等の情報に基づき需要 (供給) できる量と価格の関係について主観的な推測を行い、最終的に推測された取引量や価格が実現されるそれらと一致するという推測均衡理論を提唱した。ここでは、各経済主体は、price maker であり、価格は内生的に決定される。さらに、根岸 (1980)<sup>20)</sup>、皆川 (1983)<sup>21)</sup>、中込 (1985)<sup>22)</sup> は、主観的な推測の形式が屈折需要曲線と呼ばれるものであるときには、財価格が変化せず、価格固定と同じ状況となり、非自発的失業が発生することを示した。

動学的な労働市場の不均衡理論については、1970年代以降、静学理論に並行して理論展開が進められてきた。中込 (1985)<sup>22)</sup> では、既存研究を踏まえ、価格固定の下での不均衡解の安定性を検証している。また、岩井 (1987)<sup>23)</sup> は、各経済主体が price maker として行動するが、実現する市場での需給関係が主体的な推測とは一致しない状況をモデル化し、不均衡状態が累積的に生じることを示した。しかし、これらの研究は、不均衡解の短期的な安定性に関する理論展開であり、交通施設整備による労働市場への長期的な影響を分析できる枠組みとはなっていない。

小野 (1992)<sup>24)</sup> は、家計が資産として貨幣を保有する状況を想定し、貨幣の限界効用が低減せず一定値であると仮定して、中長期的な視点から家計の最適化行動をモデル化している。小野 (1992)<sup>24)</sup> における家計の効用関数は、次式で表される。

$$V = \max \int_0^{\infty} \{ \alpha \ln x + \beta \ln l + v(m) \} \exp(-\rho t) dt \quad (5.27)$$

ここで、 $V$  は家計の間接効用関数、 $x$  は財消費量、 $l$  は余暇時間である。また、 $v(\cdot)$  は貨幣保有の効用関数、 $m$  は家計の実質貨幣保有を表している。このとき、家計は消費を増加させるよりも

貨幣保有を増加させる方がより大きな効用を得られるため、定常的に財の需要が供給を下回り、この結果、労働市場でも失業が発生することが示されている。

上田（1994）<sup>25)</sup>は、小野（1992）<sup>24)</sup>に基づき、ワルラス的状况およびケインズ的状况における社会資本整備の影響を同時に分析可能なモデルを構築し、フロー効果、ストック効果の定性的な関係进行分析している。また、岩田・上田（2002）<sup>26)</sup>はこれを2財2地域モデルに拡張し、社会資本整備による他地域の雇用への影響を分析している。しかし、これらの研究は、未だ理論分析の域を出ておらず、実際の交通施設整備の定量的評価への適用には至っていない。

一方、マクロ計量経済モデルの分野に目を向けると、労働市場の不均衡を表現した実証モデルが数多く存在する。一般的なマクロ計量経済モデル<sup>例えば<sup>27)</sup></sup>では、労働市場における超過供給が仮定されており、実現される雇用は以下のような労働需要関数で決定される。

$$NW_i^t = f(NW_i^{t-1}, GRP_i^t) \quad (5.28)$$

ここで、 $t$ は期、 $i$ は産業を表す。また、 $NW$ は就業者数、 $GRP$ は生産量である。すなわち、(5.28)式は、当期の就業者数は前期の就業者数と当該産業の当期の生産量で決定されることを意味している。

なお、Sato and Miyakawa（2004）<sup>28)</sup>では、労働需要とともに労働供給を考慮し、求人数と失業者数で説明されるマッチング関数(5.29)式で新規雇用が決定されると仮定することにより、近年我が国でも問題となっている雇用のミスマッチを表現している。

$$HIRE_i = f(VAC_i, UNEMP_i, ACC_{IT}) \quad (5.29)$$

$$VAC_i = NW_i^D - NW_i \quad (5.30)$$

$$UNEMP_i = NW_i^S - NW_i \quad (5.31)$$

ここに、 $HIRE$ は新規雇用、 $VAC$ は求人数、 $UNEMP$ は失業者数、 $ACC_{IT}$ は情報近接性、 $NW^D$ は労働需要、 $NW^S$ は労働供給、 $NW$ は実際の就業者数である。

## (2) 資本の不均衡的蓄積に関する理論

マクロ経済的な視点からは、今期の投資量は今期の貯蓄量と等しくなければならない。しかし、投資主体と貯蓄主体は異なり、両者ともマクロ的な制約ではなく自らが直面するミクロ的な制約に従って行動しているために、マクロ的な投資と貯蓄が一致する補償はない。そこで、開放的な資本市場を仮定すると、企業による設備投資が当該地域の貯蓄とは独立的に決定され、過不足分は域外からの（あるいは域外への）資金の流入（出）で賄われると考えることができる。本章では、このような当該地域の貯蓄水準とは独立的な設備投資およびそれに伴う資本の蓄積を資本の不均衡的蓄積と呼ぶ。

民間企業による独立的な設備投資に関する理論は、マクロ経済学の分野でいくつか提案されている。(5.32)~(5.35)式に、第2章でも示した限界効率理論、加速度理論、ストック調整理論、トービンの $q$ 理論に基づく投資関数を再掲する。

$$I^t = I(r^t) \quad (5.32)$$

$$I^t = v(Y^t - Y^{t-1}) \quad (5.33)$$

$$I^t = \lambda(K^* - K^{t-1}) \quad (5.34)$$

$$I^t = I(q^t) \quad (5.35)$$

ここで、 $I$ は投資、 $r$ は利子率、 $Y$ は生産量、 $K$ は資本ストック、 $K^*$ は望ましい資本ストック、 $q$ はトービンの $q$ （企業の市場価値／現在の資本ストックを買い換える費用）を表している。

以上の投資関数は、企業の長期的な利潤最大化の一環としての設備投資行動を経験的に表現したものであるが、これらは経済主体の合理的意志決定から導かれたものではなく、厳密なミクロ経済学的基礎を持つものではないとの批判がある。

これに対し、Jorgenson (1963)<sup>29)</sup>は、利潤の割引現在価値の合計を最大化するという基準の下で企業は投資決定を行うと仮定し、動学的最適化問題の解として投資需要関数を導出している。しかし、このモデルに対しては、最適資本ストックは存在するのにその水準に到達する方法（有効投資率）が存在しないという問題が指摘されている。この問題を解決するモデルとして、設備の据え付けや労働者の訓練等の調整費用を考慮することにより、より厳密な最適化行動から直接投資率を決定することが可能なモデル（いわゆる調整費用モデル）が、Lucas (1967)<sup>30)</sup>、Gould (1968)<sup>31)</sup>、Uzawa (1969)<sup>32)</sup>らによって展開された。

近年では、資本の異質性を考慮したモデル、不確実性と設備投資の関係を表現したモデル、資金調達方法（負債・自己資本比率）を考慮したモデル等、様々な理論モデルが開発されている<sup>33)</sup>。しかしながら、これらのミクロ経済学的基礎に基づく投資モデルは、企業の規範的な設備投資行動を説明する理論モデルとなっており、地域全体のマクロ的な投資水準を再現可能な実証モデルとしては確立されていない。

## 5-4 労働と資本の不均衡的蓄積を考慮した動学的応用一般均衡モデルの開発

### (1) モデルの考え方

新古典派的な動学的応用一般均衡モデルで現況再現性が問題となるのは、特に企業の生産要素（労働および資本）の時系列的な変化である。労働については、一般的に新古典派的な応用一般均衡モデルでは、労働供給は外生的に与えられる。すなわち、労働供給が内生的に変化するメカニズムが組み込まれていない。一方、資本蓄積については、民間設備投資は家計貯蓄で決定されると仮定されているため、現況再現性が悪く、実務的な問題が大きい。

そこで、本節では、前節に示した不均衡理論の研究動向を踏まえ、労働と資本の不均衡的蓄積を考慮した現況再現力の高い動学的応用一般均衡モデルを提案する。具体的には、既存のマクロ計量経済モデルで用いられる現況再現性の高いマクロ経済関数（就業者関数、民間設備投資関数、民間資本ストック関数）によって各期の就業者数および民間資本ストックを決定し、これを各期の応用一般均衡モデル（CGEモデル）に供給制約としてインプットするモデル体系を考える。

図 5.3 に、マクロ経済関数の導入により労働と資本の不均衡的蓄積を考慮した動学的応用一般均衡モデルの考え方を示す。

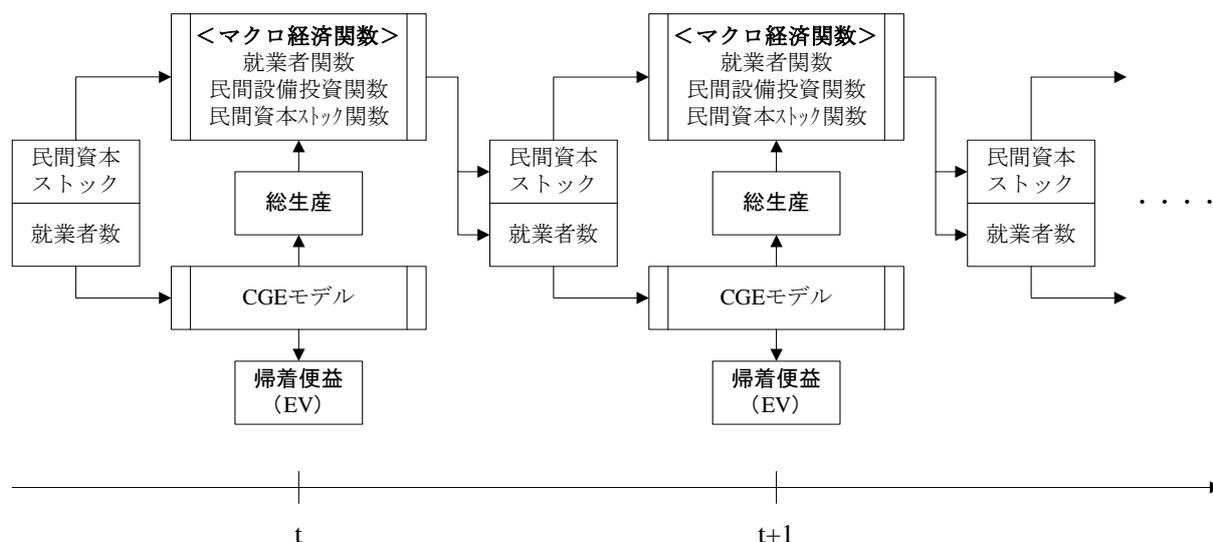


図 5.3 労働と資本の蓄積を考慮した動学的応用一般均衡モデルの考え方

ここで、労働市場については、それぞれの期において応用一般均衡モデルの中で均衡している。ただし、各期の応用一般均衡モデルに外生的に与えられる労働供給量がマクロ経済関数によって変化するため、交通施設整備による時系列的な就業者数の変化を捉えられるモデル体系となっている。

## (2) マクロ経済関数

マクロ経済関数（就業者関数、民間設備投資関数、民間資本ストック関数）は、時系列データで構造推定を行うことを想定し、離散時間で表現する。

労働供給については、まず、生産水準に応じて大きく変化すると考えられる就業者数と変化が極めて小さいと考えられる1人あたり平均労働時間に分離する。

$$L_i = LHR_i \cdot NW_i \quad (5.36)$$

ここで、 $i$ は産業、 $L$ は労働供給、 $LHR$ は1人あたり平均労働時間、 $NW$ は就業者数である。

また、就業者数を表す関数は一般的に現況再現性の高いものを採用し、前期の就業者数および生産量に依存すると考える。

$$NW_i^t = f(NW_i^{t-1}, X_i^{t-1}) \quad (5.37)$$

ここで、 $t$ は期を表している。 $X$ は生産量である。なお、(5.37)式において、一般的な就業者関数のように当期の生産量ではなく、前期の生産量を説明変数としているのは、各期での一般均衡を仮定しているためである。

民間設備投資についても、一般的に現況再現性の高い関数を採用し、前期の民間資本ストックおよび生産量で表されるものとする。(5.38)式はストック調整原理および加速度原理を考慮したものである。(5.39)式は、民間資本ストックの定義式である。

$$I_i^t = f(K_i^{t-1}, X_i^{t-1}) \quad (5.38)$$

$$K_i^t = (1 - \delta)K_i^{t-1} + I_i^t \quad (5.39)$$

ここで、 $I$ は民間設備投資、 $K$ は民間資本ストック、 $\delta$ は民間資本ストックの減耗率である。

## 5-5 実証分析の例

### (1) 概要

以上に示した労働と資本の不均衡的蓄積を考慮した動学的応用一般均衡モデルを首都圏に適用し、実証的なモデルを構築する。また、新古典派的な応用一般均衡モデルを併せて構築し、現況再現性の比較を行うことにより、労働と資本の不均衡的蓄積を考慮することの利点を示す。さらに、構築したモデルを用い、実際の首都圏における交通施設整備プロジェクトの効果計測シミュレーションを行う。

対象地域は、これまでの章と同様に、首都圏1都3県（東京都、神奈川県、千葉県、埼玉県）とし、これらを1つの地域とみなしてモデル構築を行う。なお、労働と資本の不均衡的蓄積を考慮することの意味を明らかにすることに主眼を置くため、モデルは極力簡易なものとする。すなわち、産業区分を考慮せず全産業を対象とした1産業モデルとし、家計の時間制約および効用関数における余暇時間を考慮しない。

## (2) モデル

### 1) 家計の行動

家計の効用水準は財消費（基礎消費を除く）と貯蓄の水準で決定されると仮定し、家計は予算制約下で効用の最大化行動をとるものとする。

$$V = \max[U = (C - \alpha)^\beta \cdot S^{1-\beta}] \quad (5.40)$$

$$\text{s.t. } p \cdot (C - \alpha) + S = wL + \frac{rK}{N} \quad (5.41)$$

ただし、 $V$ は家計の間接効用関数、 $U$ は家計の直接効用関数を表す。 $p$ は合成財価格、 $C$ は合成財消費量（1世帯あたり）、 $S$ は貯蓄（1世帯あたり）、 $L$ は労働供給量（1世帯あたり労働時間）、 $K$ は資本供給量、 $N$ は世帯数、 $w$ は賃金率、 $r$ は資本のレンタル価格である。

上記の最大化問題を解くと、家計の消費関数（合成財の需要関数）が導出される。

$$C = \alpha + \frac{1}{p} \beta \left( wL + \frac{rK}{N} \right) \quad (5.42)$$

### 2) 企業の行動

合成財を生産する企業は、生産制約の下で利潤最大化行動をすると仮定し、以下のように定式化される。

$$\max \pi = pX - wL_D - rK_D \quad (5.43)$$

$$\text{s.t. } X = \eta \cdot L_D^{1-\gamma} \cdot K_D^\gamma \quad (5.44)$$

ここで、 $\pi$ は企業利潤、 $X$ は合成財生産量、 $L_D$ は労働投入量、 $K_D$ は資本投入量である。また、 $\gamma$ は分配パラメータ（資本分配率）、 $\eta$ は生産効率性を表すパラメータ（効率パラメータ）である。

以上の最大化問題を解くと、労働需要関数、資本需要関数とともに合成財価格が導かれる。

$$L_D = (1-\gamma) \cdot \frac{p}{w} X \quad (5.45)$$

$$K_D = \gamma \cdot \frac{p}{r} X \quad (5.46)$$

$$p = w \cdot \frac{1}{\eta} \left[ \frac{(1-\gamma) \cdot r}{\gamma \cdot w} \right]^\gamma + r \cdot \frac{1}{\eta} \left[ \frac{\gamma \cdot w}{(1-\gamma) \cdot r} \right]^{1-\gamma} \quad (5.47)$$

### 3) 市場均衡

各期の各財市場、労働市場および資本市場において、次のような均衡条件が成立する。

$$X = N \cdot C + I \quad (5.48)$$

$$N \cdot L = L_D \quad (5.49)$$

$$K = K_D \quad (5.50)$$

ここで、 $I$ は企業による設備投資である。

### 4) マクロ経済関数

労働と資本の不均衡的蓄積を表現するマクロ経済関数は、基本的に(5.36)~(5.39)に従い、(5.51)~(5.54)式の通りとする。

$$N \cdot L = LHR \cdot NW \quad (5.51)$$

$$NW^t = f(NW^{t-1}, X^{t-1}) \quad (5.52)$$

$$I^t = f(K^{t-1}, X^{t-1}) \quad (5.53)$$

$$K^t = (1 - \delta)K^{t-1} + I^t \quad (5.54)$$

ここで、 $L$ は世帯あたり労働供給、 $LHR$ は1人あたり平均労働時間、 $NW$ は就業者数、 $X$ は生産量を表す。 $I$ は設備投資、 $K$ は資本ストック、 $\delta$ は資本ストックの減耗率である。

なお、現況再現性の比較対象となる新古典派的な動学的応用一般均衡モデルでは(5.52)式は考慮されず、就業者数は(5.55)式のように外生的に与えられる。また、設備投資は、(5.53)式に代わり、(5.56)式のように家計貯蓄で決定される。

$$NW^t = \overline{NW} \quad (5.55)$$

$$I^t = N \cdot S^t \quad (5.56)$$

### (3) マクロデータとモデルの整合

(5.40)~(5.50)式の一般均衡体系は、経済を単純化してモデル化している。すなわち、分配面の資本減耗および間接税-補助金、支出面における政府支出（政府消費、公的総資本形成）、移輸出および移輸入が捨象されている。したがって、実際のマクロデータとは完全に整合しない面がある。そこで、実証分析を行うに当たっては、以下のような追加的な仮定をおき、整合を図ることとする。

- i) 企業による生産  $X$  は県民所得統計における地域内総生産に等しい。
- ii) 企業による生産  $X$  は、すべて家計所得  $(wN \cdot L + rK) / p$  に分配される。
- iii) 企業による設備投資  $I$  は県民所得統計における民間設備投資に等しく、企業による生産から設備投資を差し引いたものを家計消費  $N \cdot C$  とする。

マクロデータとモデルの整合を図るための i) ~ iii) の仮定を以下に図示する。

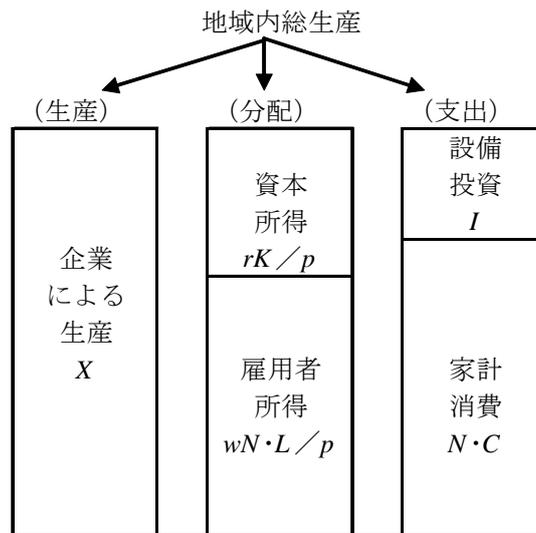


図 5.4 マクロデータとモデルの整合を図るための仮定

#### (4) パラメータ

##### ①家計の消費関数

県民所得統計における1980～1999年の時系列データ（首都圏1都3県計）を用い、最小二乗法（OLS）によりパラメータ推定を行う。

$$N \cdot C = \alpha + \beta GRP \quad (5.42)'$$

$\alpha$	$\beta$	D.W.	AD-R <sup>2</sup>
6,119 (3.421)	0.8315 (62.825**)	0.751	0.9955

注) ( ) 内の数値：各パラメータのt値。\*\*は1%水準で有意であることを示す。

##### ②企業の生産関数

分配パラメータ $\eta$ は、(5.45)式に実際のデータ（県民所得統計における首都圏1都3県計の雇用者所得および県民所得）を代入することにより、直ちに求められる。また、効率パラメータ $\gamma$ については、(5.44)式に実際の平均労働時間、就業者数および民間資本ストックのデータ（内閣府経済社会総合研究所：民間企業資本ストック年報、総務省統計局：労働力調査年報、厚生労働省：毎月勤労統計調査年報）および $\eta$ を代入することにより算出できる。

なお、実際のデータは、現況再現時には1981年値、シミュレーション時には1999年値を用いる。

$$GRP = \eta \cdot (LHR \cdot NW)^{1-\gamma} \cdot (K)^\gamma \quad (5.44)'$$

	$\eta$	$\gamma$
1981年	0.08920	0.28567
1999年	0.11459	0.21936

### ③マクロ経済関数

(5.52)～(5.54)式 of 各マクロ経済関数の関数型を特定化した上で、県民所得統計における 1981～1999 年の時系列データ（首都圏 1 都 3 県計）を用い、最小二乗法（OLS）によりパラメータ推定を行う。以下に示す推定結果は、多くの関数型およびダミー変数で推定を試みた結果、各変数の t 値およびダービン・ワトソン比 D.W.が一定水準以上（基本的には、t 値 $\geq 1.0$ 、 $1.0 < D.W. < 3.0$ ）で、かつ自由度修正済み決定係数 AD-R<sup>2</sup>がもっとも高いものとして採用されたものである。なお、表中で、( ) 内の数値は各パラメータの t 値を表しており、t 値に続く\*\*は 1%水準で有意、\*は 10%水準で有意であることを示している。

$$\ln NW^t = \alpha + \beta \ln NW^{t-1} + \gamma \ln GRP^{t-1} + \xi DUM \quad (5.52)'$$

DUM : ダミー変数 (1981～1996 : 0、1997～1999 : 1)

$\alpha$	$\beta$	$\gamma$	$\xi$	D.W.	AD-R <sup>2</sup>
0.9925 (4.112)	0.7523 (9.415**)	0.0714 (2.337**)	-0.0104 (-3.453**)	1.392	0.9966

$$I^t = \alpha + \beta K^{t-1} + \gamma GRP^{t-1} + \xi DUM \quad (5.53)'$$

DUM : ダミー変数 (1981～1986 : 0、1987～1991 : 1、1992～1999 : 0)

$\alpha$	$\beta$	$\gamma$	$\xi$	D.W.	AD-R <sup>2</sup>
-6,245 (-3.093)	-0.0230 (-1.604*)	0.1990 (5.973**)	2,022.5 (3.393**)	1.435	0.9570

$$K^t - I^t = \delta' K^{t-1} \quad (5.54)'$$

$\delta'$	D.W.	AD-R <sup>2</sup>
0.9562 (330.3**)	1.859	0.9984

図 5.5～5.7 に、マクロ経済関数による就業者数、民間設備投資および民間資本ストックの現況再現性（実績値と推計値の比較）および平均絶対誤差率（MAPE: Mean Absolute Percentage Error）を示す。各図および平均絶対誤差率から、各関数とも現況説明力は非常に高いことが確認できる。

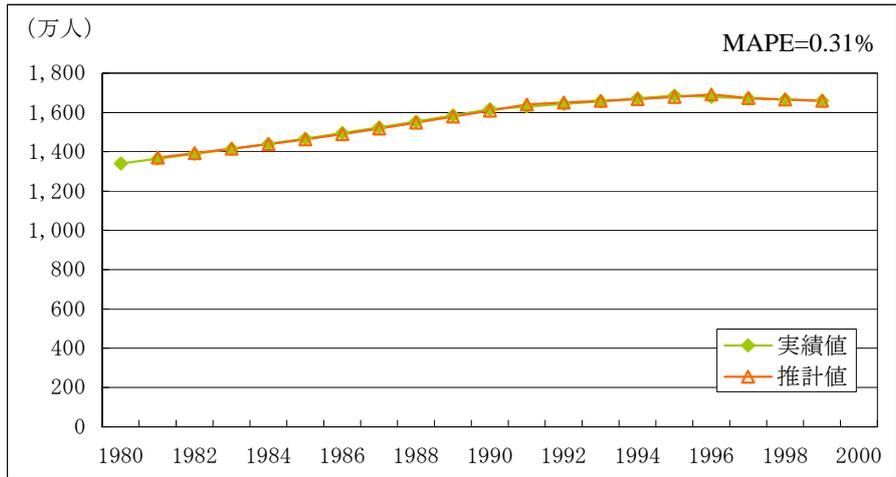


図 5.5 マクロ経済関数による現況再現性 (就業者数)

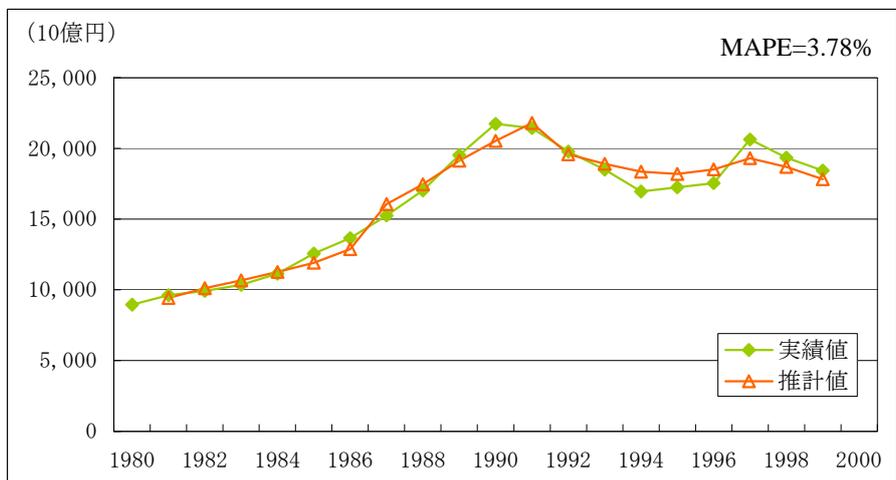


図 5.6 マクロ経済関数による現況再現性 (民間設備投資)

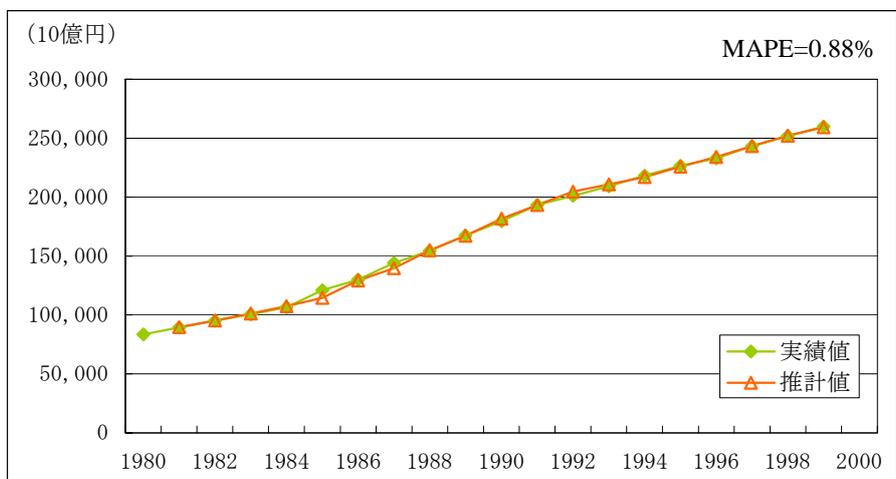


図 5.7 マクロ経済関数による現況再現性 (民間資本ストック)

### (5) 現況再現性

1981年の実績データにより算出した生産関数のパラメータを用い、労働と資本の不均衡的蓄積を考慮した動学的応用一般均衡モデルと新古典派的な応用一般均衡モデルによる就業者数および民間設備投資の現況再現性の比較（1981～1999年）を以下に示す。ここで、新古典派的な応用一般均衡モデルにおける就業者数は、1981年値を各年の外生変数として用いている。

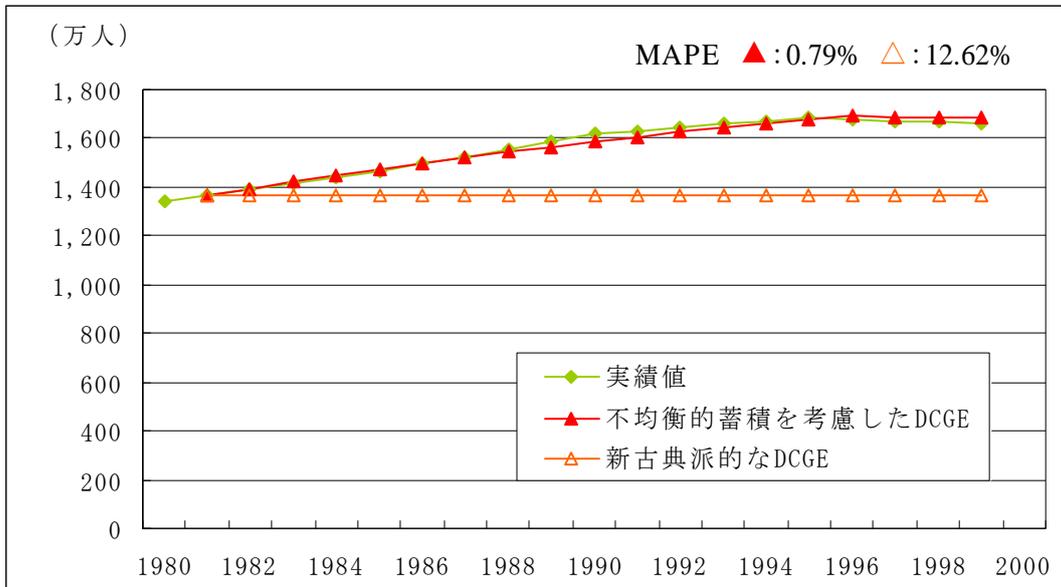


図 5.8 就業者数の現況再現性の比較

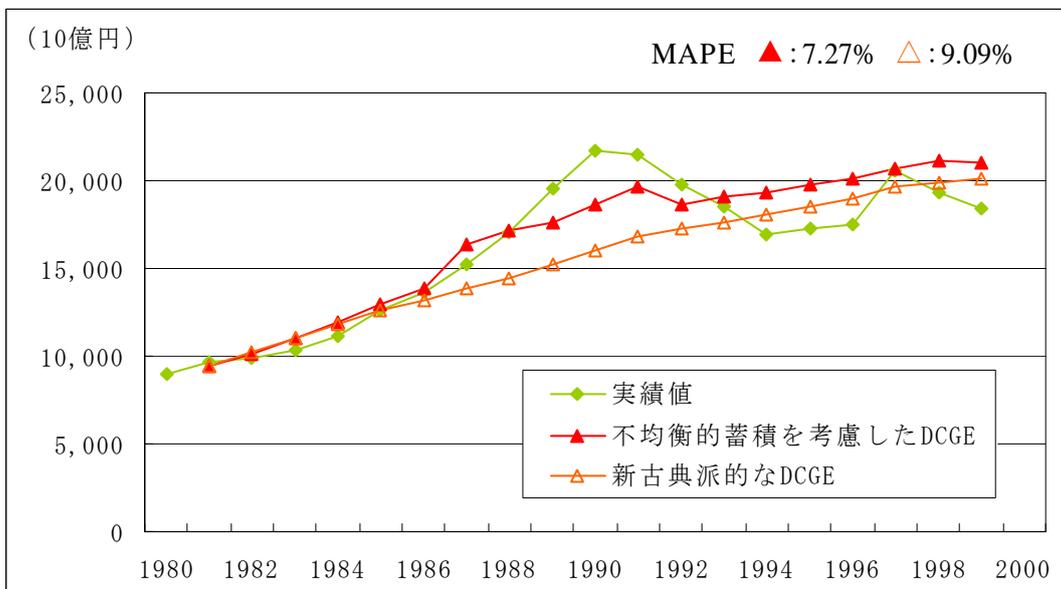


図 5.9 民間設備投資の現況再現性の比較

図 5.8、図 5.9 から、労働と資本の不均衡的蓄積を考慮した動学的応用一般均衡モデルによる就業者数および民間設備投資の現況再現性は、新古典派的な応用一般均衡モデルによる再現性と比較してかなり高いことが分かる。この結果、以下に示されるように民間資本ストックや地域内総生産についても、現況再現性に大きな優劣が生じることとなる。

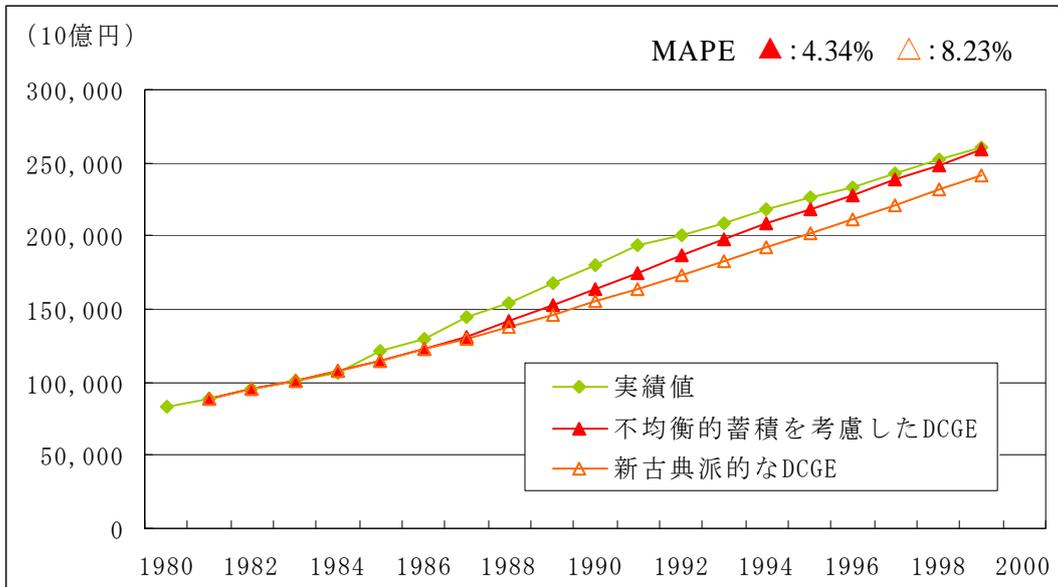


図 5.10 民間資本ストックの現況再現性の比較

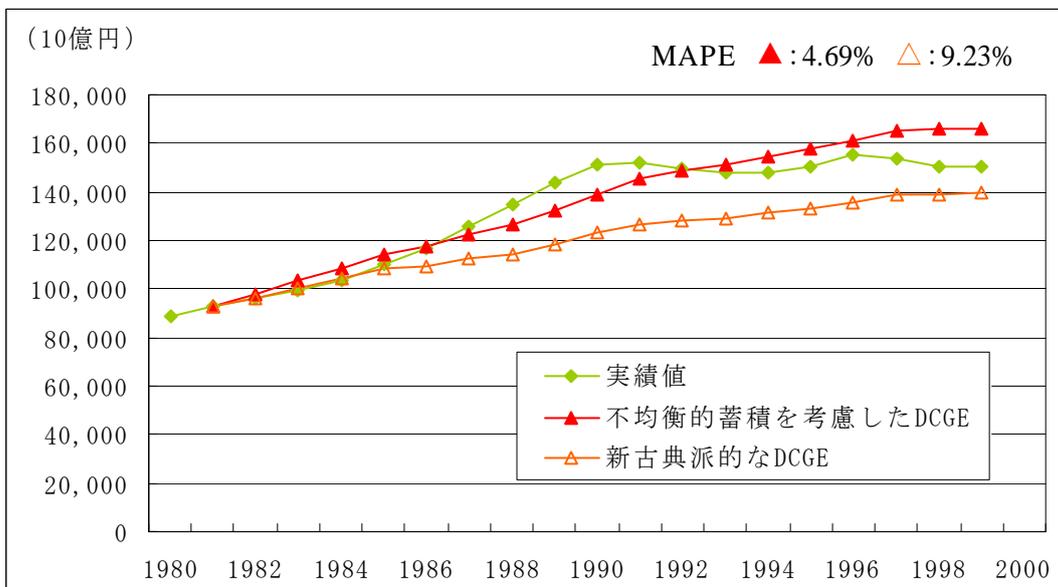


図 5.11 地域内総生産の現況再現性の比較

## (6) シミュレーション

### 1) シミュレーションの前提条件

ここでは、第4章と同様に、首都圏における交通施設整備プロジェクトとして首都圏中央連絡自動車道（圏央道）の一部区間（鶴ヶ島～八王子～横浜：約85km）を取り上げ、2001年に全線が供用されると仮定し、2001～2040年の40年間におけるプロジェクトありのケースとなしのケースにおける経済諸変数を比較するシミュレーションを行い、同プロジェクトによる地域全体の帰着便益（TEV）の計測を行う。

生産関数のパラメータ（分配パラメータおよびプロジェクトなしのケースの効率パラメータ）は、1999年の実績データから算出したものを用いる。以下に示される交通近接性ACCを考慮した生産関数(5.44)式の構造推定結果より、圏央道整備によって交通近接性が向上（0.93640 → 0.94006）すると、効率パラメータ $\eta (= e^{\eta_0 + \xi DUM} \cdot ACC^{\eta_1})$ が0.47%向上することが分かる。

$$GRP = [e^{\eta_0 + \xi DUM} \cdot ACC^{\eta_1}] \cdot (LHR \cdot NW)^{1-\gamma} \cdot (K)^\gamma \quad (5.44)''$$

DUM：ダミー変数（1981～1995：0、1996～1999：1）

$\eta_0$	$\xi$	$\eta_1$	$\gamma$	D.W.	AD-R <sup>2</sup>
-1.6961 (-14.362)	-0.0924 (-2.939**)	1.1981 (1.293*)	0.4223 (5.618**)	1.446	0.9859

注) 推定方法：OLS、推定期間：1981～1999年

( ) 内の数値：各パラメータのt値。\*\*は1%水準で有意であることを示す。

したがって、プロジェクトありのケースの効率パラメータは、プロジェクトなしのケースの効率パラメータに1.0047を乗じることによって算出される。また、平均労働時間、マクロ経済関数のダミー変数等の外生変数の将来値については、1999年値に固定する。

## 2) マクロ経済変数への影響

図 5.12～5.14 および表 5.1～5.3 に、プロジェクトありの状況（with）およびプロジェクトなしの状況（without）における地域内総生産、民間設備投資および就業者数のシミュレーション結果を示す。なお、各図表では、労働と資本の不均衡的蓄積を考慮した動学的応用一般均衡モデルによるシミュレーション結果の他、新古典派的な動学的応用一般均衡モデルによるシミュレーション結果も併せて示す。

図 5.13 から、民間設備投資の将来値の傾向は、新古典派的な動学的応用一般均衡モデルによるシミュレーション結果では大きく増加するのに対し、労働と資本の不均衡的蓄積を考慮した動学的応用一般均衡モデルによるシミュレーション結果では微増に留まることが分かる。図 5.14 の就業者数については、新古典派的な動学的応用一般均衡モデルによるシミュレーション結果ではモデルの仮定より一定値をとるのに対し、不均衡的蓄積を考慮した動学的応用一般均衡モデルによる結果では緩やかに増加している。

また、表 5.1～5.3 の with-without、すなわちプロジェクトが経済諸変数に及ぼす影響に着目すると、両モデルによるシミュレーション結果には明らかに差がみられ、労働と資本の不均衡的蓄積を考慮した動学的応用一般均衡モデルによる計測結果の方が影響が大きくなっている。

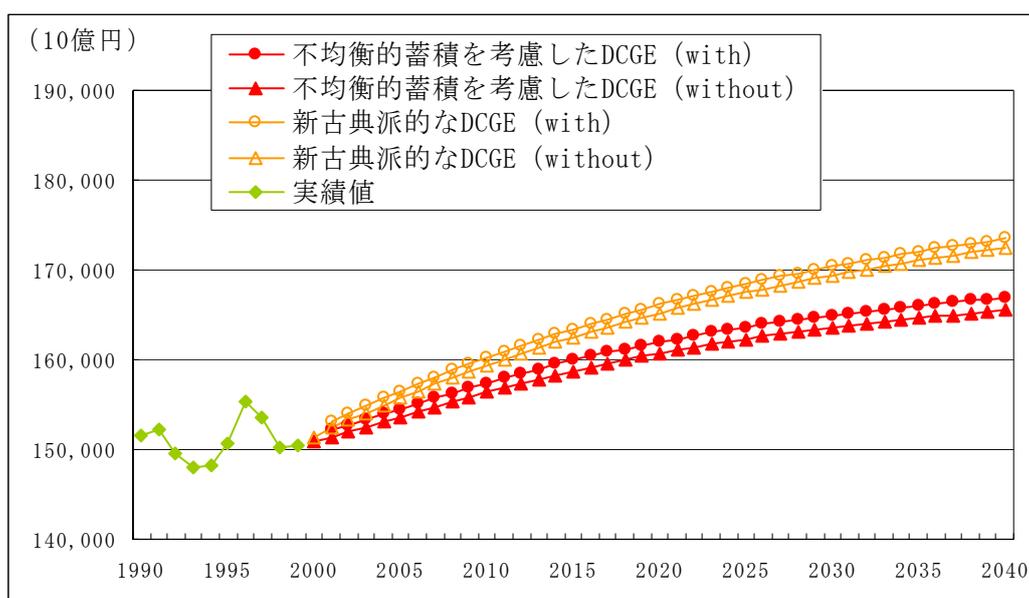


図 5.12 シミュレーション結果（地域内総生産）

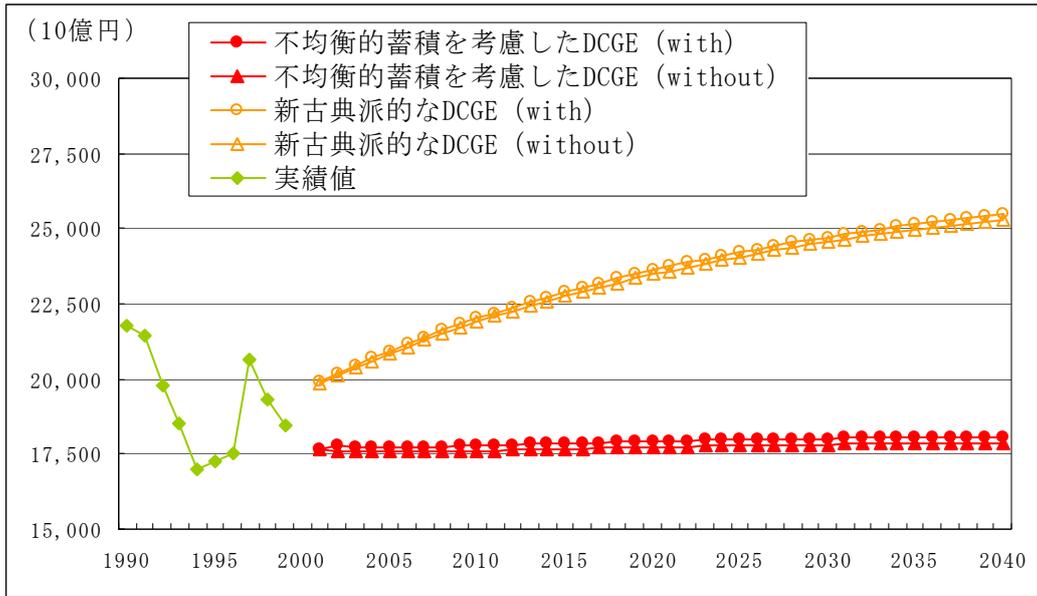


図 5.13 シミュレーション結果（民間設備投資）

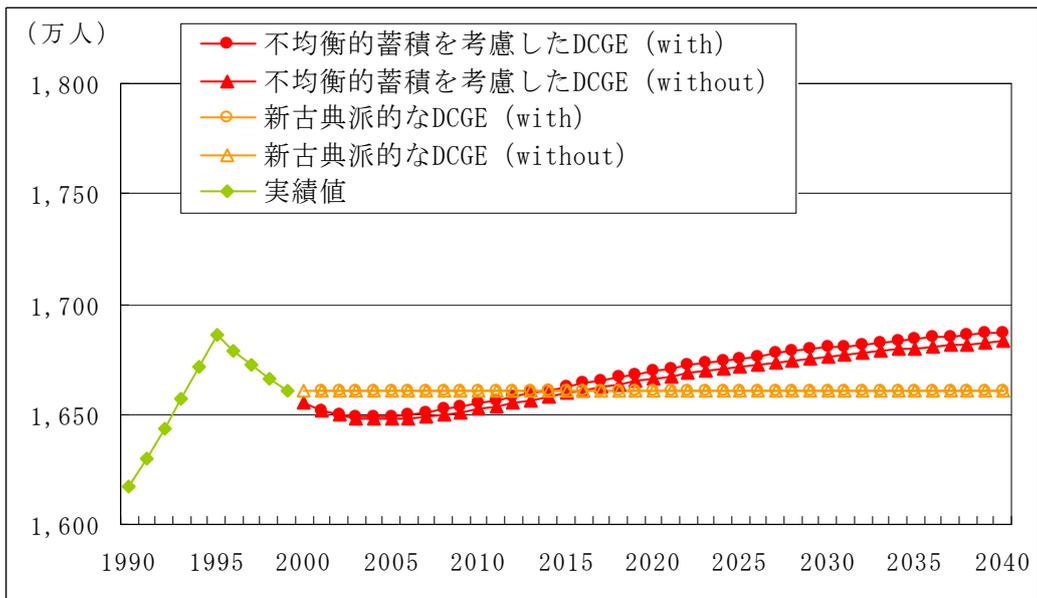


図 5.14 シミュレーション結果（就業者数）

表 5.1 シミュレーション結果（地域内総生産）

単位：10億円

	労働と資本の不均衡的蓄積を考慮した 動学的応用一般均衡モデル			新古典派的な 動学的応用一般均衡モデル		
	without	with	with- without	without	with	with- without
2000						
2001	151,436	152,145	709	152,348	153,061	714
2002	151,960	152,712	752	153,227	153,956	729
2003	152,508	153,311	803	154,082	154,825	743
2004	153,068	153,918	850	154,911	155,668	758
2005	153,634	154,526	892	155,715	156,486	771
2006	154,199	155,130	930	156,496	157,280	784
2007	154,759	155,724	965	157,252	158,049	797
2008	155,309	156,306	997	157,986	158,795	809
2009	155,847	156,874	1,027	158,697	159,518	821
2010	156,371	157,426	1,055	159,386	160,218	832
2011	156,880	157,961	1,080	160,053	160,896	843
2012	157,373	158,478	1,104	160,700	161,553	853
2013	157,850	158,976	1,127	161,326	162,190	863
2014	158,309	159,457	1,148	161,933	162,806	873
2015	158,751	159,919	1,168	162,520	163,403	882
2016	159,177	160,364	1,187	163,089	163,981	891
2017	159,586	160,791	1,204	163,640	164,540	900
2018	159,979	161,200	1,221	164,174	165,082	908
2019	160,356	161,593	1,237	164,690	165,606	916
2020	160,717	161,969	1,252	165,190	166,114	924
2021	161,064	162,330	1,266	165,674	166,605	931
2022	161,396	162,675	1,280	166,143	167,081	938
2023	161,714	163,006	1,293	166,597	167,542	945
2024	162,018	163,323	1,305	167,036	167,988	951
2025	162,310	163,626	1,317	167,462	168,419	957
2026	162,589	163,917	1,328	167,874	168,837	964
2027	162,856	164,195	1,338	168,273	169,242	969
2028	163,112	164,461	1,348	168,659	169,634	975
2029	163,357	164,715	1,358	169,033	170,013	980
2030	163,592	164,959	1,367	169,395	170,380	985
2031	163,816	165,192	1,376	169,745	170,736	990
2032	164,031	165,415	1,384	170,085	171,080	995
2033	164,236	165,628	1,392	170,414	171,414	1,000
2034	164,433	165,832	1,400	170,732	171,736	1,004
2035	164,621	166,028	1,407	171,040	172,049	1,009
2036	164,801	166,215	1,414	171,339	172,352	1,013
2037	164,973	166,394	1,420	171,628	172,645	1,017
2038	165,138	166,565	1,427	171,908	172,929	1,020
2039	165,296	166,729	1,433	172,179	173,203	1,024
2040	165,447	166,886	1,438	172,442	173,470	1,028

表 5.2 シミュレーション結果（民間設備投資）

単位：10億円

	労働と資本の不均衡的蓄積を考慮した 動学的応用一般均衡モデル			新古典派的な 動学的応用一般均衡モデル		
	without	with	with- without	without	with	with- without
2000						
2001	17,659	17,659	0	19,819	19,912	93
2002	17,617	17,758	141	20,087	20,185	97
2003	17,589	17,738	150	20,345	20,447	102
2004	17,572	17,729	157	20,593	20,699	106
2005	17,565	17,727	163	20,830	20,940	110
2006	17,564	17,731	168	21,058	21,172	114
2007	17,568	17,739	172	21,278	21,395	117
2008	17,575	17,751	176	21,488	21,608	120
2009	17,585	17,764	179	21,690	21,814	124
2010	17,597	17,779	181	21,885	22,011	127
2011	17,610	17,794	184	22,072	22,201	129
2012	17,624	17,810	186	22,251	22,383	132
2013	17,638	17,826	188	22,424	22,559	135
2014	17,653	17,842	189	22,590	22,727	137
2015	17,667	17,857	191	22,750	22,890	139
2016	17,680	17,872	192	22,904	23,046	142
2017	17,694	17,887	193	23,052	23,196	144
2018	17,706	17,900	194	23,195	23,341	146
2019	17,719	17,914	195	23,333	23,480	148
2020	17,730	17,926	196	23,465	23,614	149
2021	17,741	17,938	196	23,592	23,743	151
2022	17,752	17,949	197	23,715	23,868	153
2023	17,762	17,960	198	23,834	23,988	154
2024	17,771	17,969	198	23,948	24,104	156
2025	17,780	17,979	199	24,058	24,215	157
2026	17,788	17,987	199	24,164	24,323	159
2027	17,796	17,996	199	24,266	24,426	160
2028	17,803	18,003	200	24,365	24,526	161
2029	17,810	18,011	200	24,460	24,623	162
2030	17,817	18,017	200	24,552	24,716	164
2031	17,823	18,024	201	24,641	24,806	165
2032	17,829	18,030	201	24,727	24,893	166
2033	17,834	18,035	201	24,810	24,976	167
2034	17,839	18,040	201	24,889	25,057	168
2035	17,844	18,045	202	24,967	25,135	169
2036	17,848	18,050	202	25,041	25,211	170
2037	17,852	18,054	202	25,113	25,283	170
2038	17,856	18,058	202	25,182	25,354	171
2039	17,860	18,062	202	25,250	25,422	172
2040	17,863	18,065	202	25,315	25,487	173

表 5.3 シミュレーション結果 (就業者数)

単位：万人

	労働と資本の不均衡的蓄積を考慮した 動学的応用一般均衡モデル			新古典派的な 動学的応用一般均衡モデル		
	without	with	with- without	without	with	with- without
2000						
2001	1,652	1,652	0.0	1,660	1,660	0.0
2002	1,649	1,650	0.6	1,660	1,660	0.0
2003	1,648	1,649	1.0	1,660	1,660	0.0
2004	1,648	1,649	1.4	1,660	1,660	0.0
2005	1,648	1,649	1.7	1,660	1,660	0.0
2006	1,648	1,650	1.9	1,660	1,660	0.0
2007	1,649	1,651	2.2	1,660	1,660	0.0
2008	1,650	1,652	2.4	1,660	1,660	0.0
2009	1,651	1,653	2.5	1,660	1,660	0.0
2010	1,652	1,655	2.7	1,660	1,660	0.0
2011	1,654	1,656	2.8	1,660	1,660	0.0
2012	1,655	1,658	2.9	1,660	1,660	0.0
2013	1,656	1,659	3.0	1,660	1,660	0.0
2014	1,658	1,661	3.1	1,660	1,660	0.0
2015	1,659	1,663	3.2	1,660	1,660	0.0
2016	1,661	1,664	3.3	1,660	1,660	0.0
2017	1,662	1,665	3.4	1,660	1,660	0.0
2018	1,663	1,667	3.4	1,660	1,660	0.0
2019	1,665	1,668	3.5	1,660	1,660	0.0
2020	1,666	1,670	3.5	1,660	1,660	0.0
2021	1,667	1,671	3.6	1,660	1,660	0.0
2022	1,668	1,672	3.6	1,660	1,660	0.0
2023	1,670	1,673	3.7	1,660	1,660	0.0
2024	1,671	1,674	3.7	1,660	1,660	0.0
2025	1,672	1,675	3.8	1,660	1,660	0.0
2026	1,673	1,676	3.8	1,660	1,660	0.0
2027	1,674	1,677	3.8	1,660	1,660	0.0
2028	1,675	1,678	3.9	1,660	1,660	0.0
2029	1,675	1,679	3.9	1,660	1,660	0.0
2030	1,676	1,680	3.9	1,660	1,660	0.0
2031	1,677	1,681	4.0	1,660	1,660	0.0
2032	1,678	1,682	4.0	1,660	1,660	0.0
2033	1,679	1,683	4.0	1,660	1,660	0.0
2034	1,679	1,683	4.0	1,660	1,660	0.0
2035	1,680	1,684	4.0	1,660	1,660	0.0
2036	1,681	1,685	4.1	1,660	1,660	0.0
2037	1,681	1,685	4.1	1,660	1,660	0.0
2038	1,682	1,686	4.1	1,660	1,660	0.0
2039	1,682	1,686	4.1	1,660	1,660	0.0
2040	1,683	1,687	4.1	1,660	1,660	0.0

### 3) 便益帰着構成表

シミュレーションのアウトプットを用い、各年の便益帰着構成表を容易に作成することができる。ここで、経済主体はモデルの仮定より、家計および企業のみである。また便益項目は、交通利用者便益、価格変化による便益（合成財価格の変化による便益、労働賃金の変化による便益、資本レンタル価格の変化による便益）、量変化による便益（合成財消費の変化による便益、設備投資の変化による便益）で構成される。

なお、交通利用者便益は、費用便益分析マニュアル等に基づき、別途算出される。ここでは、第4章で算出された家計、企業の利用者便益を用いるものとする。また、交通利用者便益と間接的な便益とのダブルカウントを防ぐため、家計の利用者便益は合成財消費の変化による便益に、企業の利用者便益は設備投資の変化による便益に帰着すると考える。

一例として、2010年度における圏央道整備による便益帰着構成表を以下に示す。

表 5.4 圏央道整備による便益帰着構成表（2010年度）

単位：10億円

便益	家計	企業	合計
交通利用者便益	104	86	190
合成財価格の変化による便益	-893	893	0
労働賃金の変化による便益	826	-826	0
資本レンタル価格の変化による便益	229	-229	0
合成財消費の変化による便益	790	0	790
設備投資の変化による便益	0	75	75
合計	1,055	0	1,055

#### 4) 帰着便益

労働と資本の不均衡的蓄積を考慮した動学的応用一般均衡モデル、新古典派的な動学的応用一般均衡モデルによる圏央道整備の帰着便益（TEV、割引前）の経年変化を図 5.15 に示す。また、帰着便益（TEV）の割引前、割引後（割引率：4%）の各年値を表 5.5 に示す。

両モデルによる各年次の帰着便益を比較すると、ほとんどの年次において、不均衡的蓄積を考慮した動学的応用一般均衡モデルによる帰着便益の計測結果（割引前）は新古典派的な動学的応用一般均衡モデルによる計測結果を上回っている。また、40年間の割引現在価値における費用便益比（B/C）を算出すると、不均衡的蓄積を考慮した動学的応用一般均衡モデルによる結果が 12.53、新古典派的な動学的応用一般均衡モデルによる結果が 10.74 となり、大きな差異がみられる。

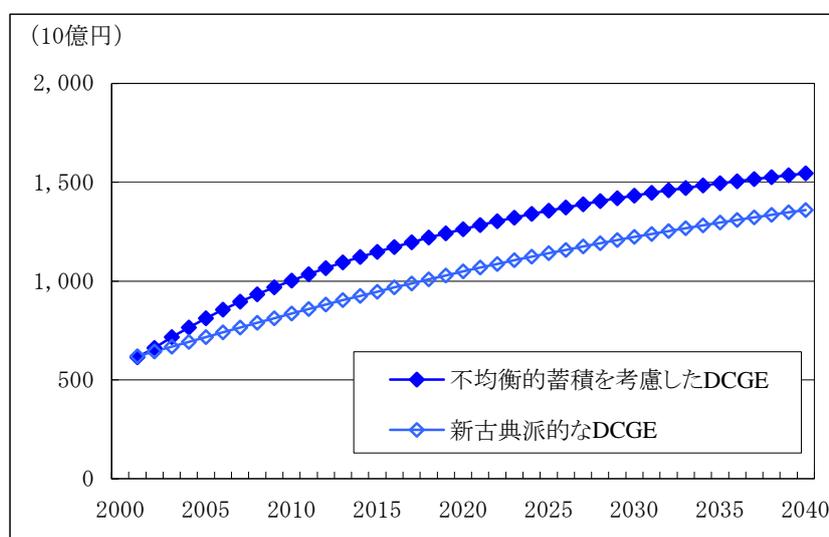


図 5.15 圏央道整備による帰着便益（割引前）

表 5.5 圏央道整備による帰着便益

単位：10億円

	労働と資本の不均衡的蓄積 を考慮した 動学的応用一般均衡モデル		新古典派的な 動学的応用一般均衡モデル		費用	
	割引前	割引後	割引前	割引後	割引前	割引後
2000	0	0	0	0	1,700	1,700
2001	614	614	620	620	4.7	4.5
2002	662	637	644	619	4.7	4.3
2003	716	662	669	618	4.7	4.2
2004	766	681	693	616	4.7	4.0
2005	812	694	717	613	4.7	3.8
2006	855	703	741	609	4.7	3.7
2007	895	708	765	605	4.7	3.6
2008	933	709	789	600	4.7	3.4
2009	969	708	812	594	4.7	3.3
2010	1,003	704	836	587	4.7	3.2
2011	1,034	699	858	580	4.7	3.0
2012	1,065	692	881	572	4.7	2.9
2013	1,094	683	903	564	4.7	2.8
2014	1,121	673	925	556	4.7	2.7
2015	1,148	663	947	547	4.7	2.6
2016	1,173	651	968	537	4.7	2.5
2017	1,197	639	989	528	4.7	2.4
2018	1,220	626	1,009	518	4.7	2.3
2019	1,242	613	1,029	508	4.7	2.2
2020	1,263	599	1,049	498	4.7	2.1
2021	1,283	586	1,068	487	4.7	2.1
2022	1,303	572	1,087	477	4.7	2.0
2023	1,321	557	1,105	466	4.7	1.9
2024	1,339	543	1,123	456	4.7	1.8
2025	1,356	529	1,141	445	4.7	1.8
2026	1,373	515	1,158	434	4.7	1.7
2027	1,389	501	1,175	424	4.7	1.6
2028	1,404	487	1,191	413	4.7	1.6
2029	1,418	473	1,207	403	4.7	1.5
2030	1,432	459	1,223	392	4.7	1.4
2031	1,446	446	1,238	382	4.7	1.4
2032	1,459	432	1,253	371	4.7	1.3
2033	1,471	419	1,268	361	4.7	1.3
2034	1,483	406	1,282	351	4.7	1.2
2035	1,494	394	1,295	341	4.7	1.2
2036	1,505	381	1,309	332	4.7	1.1
2037	1,516	369	1,322	322	4.7	1.1
2038	1,526	357	1,335	313	4.7	1.1
2039	1,535	346	1,347	304	4.7	1.0
2040	1,545	335	1,359	294	4.7	1.0
40年間計	48,378	22,467	41,329	19,257	1,887	1,793

割引率：4.0%

	B/C
不均衡的蓄積を考慮した動学的応用一般均衡モデル	12.53
新古典派的な動学的応用一般均衡モデル	10.74

両モデルによる計測結果の違いは、明らかに、労働と資本の不均衡的蓄積を考慮した動学的応用一般均衡モデルが就業者数および資本ストックの時系列的な変化を反映していることによるものであろう。すなわち、既存の新古典派的な動学的応用一般均衡モデルによる交通施設整備の便益計測結果は過小である可能性があることが示唆される。また、通常の新古典派的な応用一般均衡モデルによるプロジェクト評価の場合、初期時点の便益がプロジェクト期間にわたって各年次で等しいと仮定されるため、さらに過小評価になっていると考えられる。

## 5-6 交通政策への活用方法

本章の手法により、厳密な意味でマイクロ経済学的基礎に基づき、かつ現況再現性の良い信頼性の高いモデルによる時系列の帰着便益、雇用への影響が計測可能となる。したがって、本手法を用いて、各年次における交通施設整備による時系列的な影響を比較することにより、交通投資のタイミングを検討することができる。

さらに、応用一般均衡モデルは、パラメータ推定に際して時系列データを必要としないため、マクロ計量経済モデルと比較して、空間や産業を考慮したモデルへの拡張が容易である。本章の実証分析では、首都圏を対象とした1地域1産業のモデル構築を行ったが、本章で提案している現況再現性の高い動学化手法は、多地域多産業の一般的な空間的応用一般均衡モデルに対しても適用可能である。本章のはじめに述べたように、応用一般均衡モデル、空間的応用一般均衡モデルは、1990年代以降、実際の交通施設整備の評価に適用されるようになってきており、厳密な意味でのマイクロ経済学的基礎に基づく信頼性の高いモデルとしての地位を築きつつある。したがって、既存の空間的応用一般均衡モデルと本章の手法と組み合わせることにより、各年次における一般均衡を仮定した下での信頼性の高い長期時系列の雇用を含むマクロ経済変数への影響および地域別帰着便益が計測可能となる。

空間的応用一般均衡モデルと本章の手法によって計測される長期時系列の地域別帰着便益は、第4章の手法の交通政策への活用方法と同様、容易に世代別に按分することができる。すなわち、世代別地域別の帰着便益が計測できることになり、現在の費用負担制度、費用負担計画に基づく世代別の地域間公平性、地域別の世代間公平性等を検証することが可能となる。また、算出される各世代各地域への帰着便益を参考として、世代間公平性、地域間公平性を満たすような新たな費用負担制度、プロジェクトの費用負担計画を検討することも考えられる。

図 5.16 に、本章の手法の交通政策への活用イメージを示す。

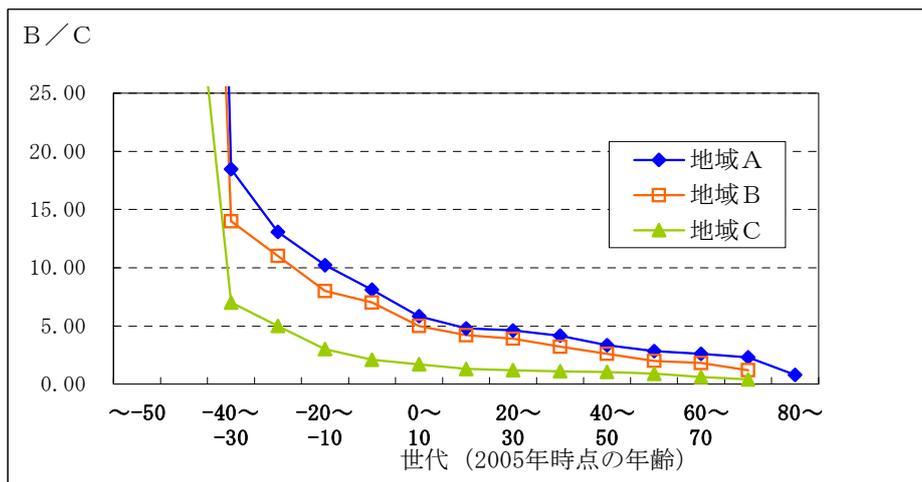
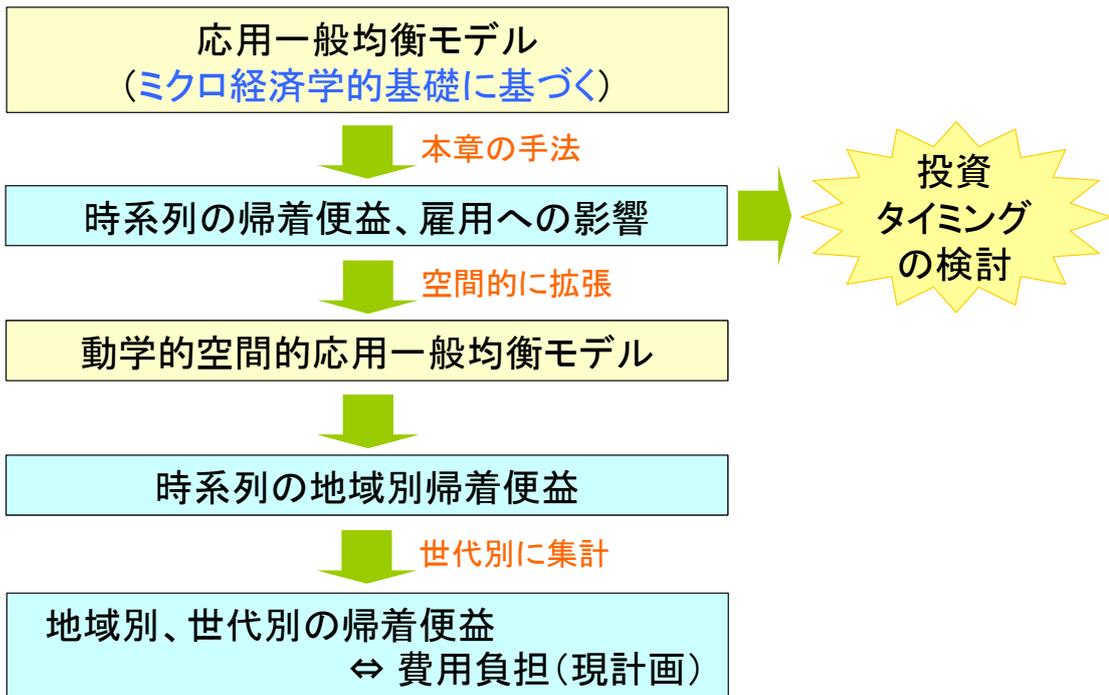


図 5.16 本章の手法の交通政策への活用イメージ

## 5-7 まとめ

本章では、交通施設整備の効果計測を目的とした一般的な応用一般均衡モデル、既存の新古典派的な動学的応用一般均衡モデルの考え方、不均衡理論の研究動向について概説した上で、従来モデルの雇用への影響が計測できない、時系列における現況再現性が悪いという短所に対処するため、応用一般均衡モデルに就業者数の変化および独立投資による民間資本ストックの不均衡的蓄積を表現するマクロ経済関数を組み合わせた、現況再現力の高い動学的応用一般均衡モデルの開発を行った。本章で提案する動学的応用一般均衡モデルは、従来動学的応用一般均衡モデルと比較して現況再現性が良く、また雇用への影響を計測できるという意味で、最近の実務的要請である情報公開に対応した信頼性、アウトプット項目の多様性に答えるものである。

首都圏を対象とした実証分析では、新古典派的な動学的応用一般均衡モデルとの現況再現性および交通施設整備シミュレーションの比較を行った結果、労働と資本の不均衡的蓄積を考慮した動学的応用一般均衡モデルでは、従来新古典派的なモデルと比較して、民間設備投資や就業者数等において高い現況説明力を有すること、交通施設整備のシミュレーションでは帰着便益の計測結果が大きくなることが示された。これは、従来応用一般均衡モデルや動学的応用一般均衡モデルによって計測される交通施設整備の帰着便益が過小に評価されている可能性があることを示唆している。

なお、今回の実証分析は、従来モデルとの現況再現性およびシミュレーションの比較によって不均衡的蓄積を考慮することの意義を明確にすることに主眼があったため、産業部門や家計の時間制約等を考慮しない簡易な1産業1地域モデルを採用した。しかし、当然ながら、産業部門や家計の時間制約等を考慮したモデルにおいても、マクロ経済関数との組み合わせにより、現況再現性は高まると考えられる。

あらゆる交通関連モデル（需要予測モデル、経済評価モデル等）において、その信頼性や合意可能性の意味で現況再現性が最重要視されている昨今、本章で開発した厳密な意味でミクロ経済学的基础に基づき、かつ労働と資本の不均衡的蓄積を考慮した現況再現力の高い動学的応用一般均衡モデルは、今後の交通施設整備プロジェクト評価の現場において、有用であろう。

## 【第5章の参考文献】

- 1) 佐藤 徹治 (2004) : 生産要素の時系列変化を考慮した動学的応用一般均衡モデル、「土木計画学研究・講演集」(CD-Rom)、Vol. 29、220
- 2) 佐藤 徹治 (2004) : マクロ経済関数を考慮した動学的応用一般均衡モデルの開発、「*IBS Annual Report* 研究活動報告 2003」、pp. 64-69、(財)計量計画研究所
- 3) 森杉 壽芳、林山 泰久 (1992) : 明治・大正期鉄道網形成の社会的便益、「土木学会論文集」、No. 440/IV-16、pp. 71-80
- 4) 安藤 朝夫、溝上 章志 (1993) : 土木計画学における均衡概念と応用一般均衡 (AGE) 分析、「土木計画学研究・論文集」、招待論文、No. 11、pp. 29-40
- 5) 山内 弘隆、上田 孝行、河合 毅治 (1999) : 一般均衡モデルによる高速道路の費用便益分析、「高速道路と自動車」、No. 42、Vol. 5、pp. 22-30
- 6) 小池 淳司、上田 孝行、宮下 光宏 (2000) : 旅客トリップを明示したSCGEモデルの構築とその応用、「土木計画学研究・論文集」、No. 17、pp. 237-245
- 7) 文 世一 (1997) : 「地域間人口配分からみた交通ネットワークの評価 研究成果報告書」、東北建設協会 建設事業の技術助成に関する助成 (助成番号 95-06)
- 8) European Commission (1999): *The socio-economic impact of projects financed by the Cohesion Fund - A modeling approach -*
- 9) 建設省岐阜国道工事事務所、東海総合研究所 (1998) : 「平成9年度 道路整備効果検討業務 - 東海環状自動車道の費用便益分析編 - 報告書」
- 10) 小林 潔、奥村 誠 (1996) : 高速交通体系が都市システムの発展に及ぼす影響に関する研究、「土木計画学研究・論文集」、No. 13、pp. 57-66
- 11) 武藤 慎一 (2002) : 「動学的応用一般均衡モデルによる外部不経済削減政策の経済評価」、平成12・13年度科学研究費補助金 (奨励研究(A)) 研究成果報告書、課題番号 : 12750476
- 12) 酒井 祐輝、武藤 慎一、高木 朗義 (2000) : 自動車外部不経済削減政策の動学的便益帰着分析、「土木計画学研究・講演集」、No. 23(1)、pp. 247-250
- 13) 酒井 祐輝、武藤 慎一、高木 朗義 (2001) : 道路投資と環境投資を内包した動的な一般均衡モデルの構築、「土木計画学研究・講演集」(CD-Rom)、No. 24
- 14) Tobias, N. Rasmussen and Thomas F. Rutherford (2004): Modeling overlapping generations in a complementarity format, *Journal of Economic Dynamics & Control*, Vol.28, pp.1383-1409
- 15) Patinkin, D. (1965): *Money, Interest, and Price*, Harker and Row, New York
- 16) Clower, R.W. (1965): The Keynesian Counter-Revolution: A Theoretical Appraisal, in F.Brechhling and F.Hahn (eds), *The Theory of Interests Rates*, Macmillan, London, pp.103-125
- 17) Barrow, R.J. and Grossman, H.I. (1971): A General Disequilibrium Model of Income and Employment, *American Economic Review*, Vol.51, pp.82-93
- 18) Benassy J.P. (1975): Neo-Keynesian Disequilibrium Theory in a Monetary Economy, *Review of Economic Studies*, Vol.42, pp.503-523
- 19) Hahn, F.H. (1978): On Non-Walrasian Equilibria, *Review of Economic Studies*, Vol.45, pp.1-17
- 20) 根岸 隆 (1980) : 「ケインズ経済学のミクロ理論」、日本経済新聞社
- 21) 皆川 正 (1983) : 「不均衡過程の経済理論」、創文社

- 22) 中込 正樹 (1985) : 「不均衡理論と経済政策」、創文社
- 23) 岩井 克人 (1987) : 「不均衡動学の理論」、岩波書店
- 24) 小野 善康 (1992) : 「貨幣経済の動学理論」、東京大学出版会
- 25) 上田 孝行 (1994) : 不均衡経済下での社会資本整備の影響に関する一考察、「土木学会論文集」、No. 488/IV-23、pp. 67-76
- 26) 岩田 秀明、上田 孝行 (2002) : 不完全雇用下における公共投資の影響分析、「土木学会年次学術講演会講演概要集第4部」、Vol. 57、pp. 503-504
- 27) 吉野 直行、上田 孝行、佐藤 徹治 (2002) : 地域計量経済モデルによる首都高速中央環状線の事業効果計測、特集論文 都市高速道路、「新都市」、第56巻 第2号、pp. 21-29
- 28) Tetsuji SATO and Masayuki MIYAKAWA (2004): The Macro Econometric Model for Evaluating the Long-range Plan of Transport Infrastructure Development in Japan, *Selected Proceedings of 10th World Conference on Transport Research* (CD-Rom)
- 29) Jorgenson, Dale (1963): Capital Theory and Investment Behavior, *American Economic Review*, Vol.53, pp.247-259
- 30) Lucas, Robert E. (1967): Optimal Investment and the Flexible Accelerator, *International Economic Review*, Vol.8, pp.78-85
- 31) Gould, John P. (1968): Adjustment Costs in the Theory of the Firm, *Review of Economic Studies*, Vol.35, pp.47-55
- 32) Uzawa, Hirofumi (1969): Time Preference and the Penrose Effect in a Two-Class Model of Economic Growth, *Journal of Political Economy*, Vol.77, pp.628-652
- 33) 中村 保 (2003) : 「設備投資行動の理論」、東洋経済新報社
- 34) (財)計量計画研究所 (2001) : 「ミクロ的基礎を踏まえたシミュレーションモデルに関する研究中間報告書」
- 35) 土木学会土木計画学研究委員会 (1998) : 「応用一般均衡モデルの公共投資評価への適用」、土木計画学ワンデーセミナー シリーズ15
- 36) 岐阜大学工学部公共投資評価研究グループ (1997) : 「公共投資の評価手法ー拡張費用便益分析の基礎的考え方から適用法までー」
- 37) 森杉 壽芳 [編] (1997) : 「社会資本整備の便益評価 一般均衡理論によるアプローチ」、日本交通政策研究会 研究双書12、勁草書房
- 38) 東京大学交通ラボ [編] (2000) : 交通プロジェクトを評価する、「それは足からはじまった モビリティの科学」、第9章、技報堂出版
- 39) J. P. ベナシー 著、辻 正次 訳 (1990) : 「マクロ経済学 非ワルラス・アプローチ入門」、多賀出版
- 40) 小野 善康 (1996) : 「金融」、岩波書店
- 41) 浜田 浩児 (2001) : 「93SNAの基礎 国民経済計算の新体系」、東洋経済
- 42) 内閣府経済社会総合研究所 (2001) : 「県民経済計算年報 平成13年版」
- 43) 厚生労働省 (2001) : 「毎月勤労統計調査年報」
- 44) 国土交通省道路局 (各年) : 「道路時刻表」
- 45) 国土交通省道路局 (1999) : 「平成11年度 道路交通センサス自動車起終点調査 基本集計表」

## 第6章 結論

### 6-1 研究の成果

近年、厳しい財政的な制約の下、地方部の高速道路等の交通施設整備の必要性の有無が活発に議論される中、プロジェクト評価は大きな脚光を浴びている。本研究では、最近の社会的ニーズに対応したプロジェクト評価に関する実務的要請を整理した上で、既存の評価手法の特徴と課題を示し、その課題を克服でき、かつ実務的要請に答えることができる新たな実用的手法の提案を行った。さらに、提案した手法を首都圏の交通施設整備に適用し、実務的な適用性を示した。

第1章では、最近の交通施設整備を巡る議論、プロジェクト評価に対する社会的関心の高まりを反映した実務的要請、既存の評価手法の概要、課題を提示し、これらを踏まえて本研究の目的を示した。最近の実務的要請としては、特に、アウトプット項目の多様性、情報公開に対応した信頼性、効果計測の簡便性の3点を満たすことが重要視されている。しかし、多様性および信頼性と簡便性とは基本的にはトレード・オフの関係にあるため、多様性および信頼性を満たす厳密な手法と簡便性を満たす簡易の手法の両面からの手法開発が必要となる。また、既存の評価手法としては、交通施設ごとの費用便益分析マニュアルとして定型化されている伝統的 MD 分析、帰着ベースの間接効果計測手法である伝統的 I-O 分析、生産関数アプローチ、ヘドニック・アプローチ、仮想的市場評価法 (CVM)、マクロ計量経済モデル、応用一般均衡モデル、応用都市経済モデルおよび多基準分析が挙げられるが、第1章では、各手法について、計測対象とする効果や課題、定型化（標準化）の程度等に関する包括的な整理を行った。

第2章では、もっとも一般的な交通施設整備の効果計測手法である伝統的 MD 分析の概要および課題を整理した上で、大規模な交通施設整備プロジェクトの評価を対象とした帰着ベースの間接効果計測手法である応用一般均衡モデルおよびマクロ計量経済モデルを取り上げ、理論的、実証的な特徴比較、国民経済レベルでのシミュレーション比較を行うことにより、それぞれの特徴、課題等を詳細に検討した。さらに、伝統的 MD 分析、応用一般均衡モデルおよびマクロ計量経済モデルの課題、最近の実務的要請との対応から、第3～5章で提案する新たな手法の位置付けを明確にした。伝統的 MD 分析の課題としては、計測されるのが発生側の利用者便益のみであり帰着便益を計測することができないこと等が挙げられた。応用一般均衡モデルの課題としては、時間的および空間的に Closed な経済を仮定しているために交通施設整備による時系列的な効果や雇用へ影響を把握できないこと、他地域への通勤や他地域での買い物といった複雑な交通行動のモデル化が実証分析上は困難であること、発生ベースの便益計測と比較してモデル構築に多大な労力を必要とするためすべてのプロジェクト評価に用いることは困難であること等が明らかになった。また、応用一般均衡モデルを動学的に拡張した動学的応用一般均衡モデルについては、時系列的な現況再現性に問題があることが示された。一方、マクロ計量経済モデルについては、交通利用者便益と整合的でないこと、経済主体別の帰着便益を計測できないこと等が課題として示された。

第3章から第5章までは、伝統的 MD 分析、応用一般均衡モデルおよびマクロ計量経済モデルの課題を解決でき、かつ最近の実務的要請に答えることができる新たな実用的効果計測手法を提案し、さらに首都圏の交通施設整備プロジェクトを対象とした実証例を示すことにより、実務的な枠組みを提示したものである。

第3章では、伝統的 MD 分析が発生ベースの便益のみしか計測できないこと、また実務上、すべてのプロジェクト評価に対して応用一般均衡モデルを構築することが困難である実情を踏まえ、発生ベースの便益が計測されたすべての交通施設整備プロジェクトに適用可能な帰着便益の簡易計測手法を開発すること、すなわち帰着ベースの効果計測の簡便性向上を意図した。具体的には、まず、伝統的 MD 分析によって計測された発生ベースの便益およびマクロ生産関数のパラメータを用いて経済主体別の帰着便益を導出し、次に、これを既存の統計データを用いて地域別に分解することにより、地域別の便益帰着成表を近似的に作成する手法を提案した。

各交通施設の費用便益マニュアルが普及し、伝統的 MD 分析による発生ベースの便益計測が一般化した現在、第3章の簡易手法を組み合わせることで、多くの交通施設整備プロジェクトの帰着便益の計測を迅速かつ簡易に行うことが可能となる。簡易計測手法による交通施設整備プロジェクトの帰着便益の計測は、各プロジェクトによる地域間や経済主体間の損益関係を明確にできるため、整備費用の負担に関する議論や複数プロジェクト間の優先順位の決定の際に非常に有用となる。ただし、第3章の簡易手法によって計測される帰着便益は、輸送費用低減の財価格および生産要素価格（労働賃金等）への波及のみを扱っており、財価格低下による財需要（家計消費）の増加など需要側に及ぼす影響を考慮していない1時点の限定的な効果であることに留意する必要がある。

なお、第3章の手法によって計測される交通施設整備の効果は、名目価格体系で表されるため、交通施設整備によって家計の所得が減少するなど一般的な感覚と合致しない部分があり、実務的には問題が大きい。そこで、各便益項目について、名目価格体系をある時点の価格を基準とする実質価格体系に変換する方法を提案し、一般的な感覚と合致する実質価格ベースの便益帰着構成表の作成方法を示した。名目価格体系の表示による実務的な問題は、一般的な応用一般均衡モデルによるアウトプットにも共通するものであり、本章で提案する実質価格体系への変換手法は、応用一般均衡モデルによるアウトプットに対しても適用可能である。

第4章では、マクロ計量経済モデルは交通施設整備による経済指標（総生産、所得、雇用等）への影響を計測できるが便益を計測できないという課題の克服を試みた。具体的には、交通利用者便益との整合を考慮したマクロ計量経済モデルを提案するとともに、マクロ計量経済モデルによるアウトプットである民間消費支出および民間住宅投資を用いた効用関数を定義することにより、マクロ計量経済モデルのシミュレーション結果を用いて交通施設整備による帰着便益が導出可能であることを示し、便益帰着成表の作成方法、EV（等価的偏差）および CV（補償的偏差）の計測方法を示した。本手法は、ケインズ均衡下での利用者便益、帰着便益の計測という意味で、最近の実務的要請の1つであるアウトプット項目の多様性の実現に貢献している。

第5章は、通常の応用一般均衡モデルが基本的には1時点の効果のみしか計測できないこと、また既存の新古典派的な動学的応用一般均衡モデルは空間的に Closed なモデルであるために民間設備投資等の現況再現力が乏しいこと、さらに一般均衡モデルは完全雇用を仮定しているために就業者数の変化を考慮できず雇用への影響を計測できないことといった課題に対処するものである。ここでは、応用一般均衡モデルにマクロ経済関数（雇用関数、民間設備投資関数および民間資本ストック関数）を組み合わせ、時系列的な就業者数の変化、独立的な民間設備投資による民間資本の不均衡的蓄積を考慮することにより、従来モデルと比較して、現況再現性に優れ情報公開に対応した信頼性の高い動学的応用一般均衡モデルの提案を行った。また、既存の新古典派

動的な動学的応用一般均衡モデルとの比較を行った実証分析の結果から、通常の応用一般均衡モデルや新古典派的な動学的応用一般均衡モデルを用いたプロジェクト評価は過小評価になる可能性があることが示された。

一般に、マクロ計量経済モデルおよび応用一般均衡モデルは、家計消費や民間設備投資、財価格の変化等を伴う大規模な交通施設整備プロジェクトの評価を対象としたモデルである。したがって、これらを拡張した第4章および第5章で提案した手法に関しても、大規模プロジェクトの帰着便益の計測が対象となる。また、第4章および第5章の手法は、長期時系列の帰着便益を計測できるため、プロジェクトの実施時期（タイミング）の検討や世代間の便益帰着と費用負担の公平性の議論の際にも有用と考えられる。

なお、第5章で提案した労働と資本の不均衡的蓄積を考慮した動学的応用一般均衡モデルは、経済諸変数の現況再現性において、新古典派的な動学的応用一般均衡モデルよりは優れるものの、マクロ計量経済モデルには及ばない。これは、応用一般均衡モデルでは、マクロ計量経済モデルでは必ず考慮される域外との取引（移輸出、移輸入）や在庫投資等のいくつかの需要項目が捨象されているためである。したがって、長期の時系列的な帰着便益の計測に際し、実務的に現況再現性が最重要視される場合には、第4章で提案したマクロ計量経済モデルによる方法の選択が最善であろう。一方、応用一般均衡モデルには、厳密なミクロ経済学的基礎（行動理論）に基づいたモデルであること、交通施設整備による余暇時間の増加を効果として捉えることができること、パラメータ推定に際して時系列データを必要としないため空間や産業を考慮したモデルへの拡張が容易であるといったマクロ計量経済モデルにない長所がある。したがって、これらが重視される場合には、第5章の労働と資本の不均衡的蓄積を考慮した動学的応用一般均衡モデルの適用が有用であると考えられる。

いずれにせよ、実際の交通施設整備のプロジェクト評価に際し、モデル選択あるいはシミュレーション結果の利活用にあたっては、選択したモデルの諸仮定に対するモデル構築者およびモデル使用者（政策担当者）の正しい認識、最終的な整備費用の負担者である国民や市民一般のある程度の合意が前提であることは言うまでもない。

## 6-2 今後のプロジェクト評価のあり方

以上の研究成果を踏まえ、今後のプロジェクト評価のあり方に関する若干の提言を行うことにより、本論文の結びとしたい。

プロジェクト評価の1つの方向性は、なるべく多くの評価項目を対象とした評価手法の定型化と定型化手法による迅速かつ簡易な評価である。定型化手法による評価は、限られた財源の下での実施する交通施設整備プロジェクトの選別や優先順位の決定等に際しては、すべてのプロジェクトに対して誰でも一律に評価できるという意味で重要である。定型化手法としては既に伝統的MD分析が交通施設ごとの費用便益分析マニュアルとして確立されており、評価項目の多様性の観点から多基準分析についても定型化が検討されている。また、本論文の第3章で提案した帰着便益の簡易計測手法についても、定型化が可能であり、マニュアルへの追加が望まれる。なお、定型化された各手法は、必ずしも厳密なものではないため、政策担当者や実務担当者が前提とする仮定や手法の限界等について常に認識しておく必要がある。また、理論開発の動向やデータ収集技術の改善を踏まえた手法自体の改善の検討や、最新データによるパラメータの定期的な更新も不可欠である。

もう1つのプロジェクト評価の方向性は、極力現実の経済システムや個別プロジェクトの特徴を踏まえた非定型化手法による厳密かつ多様な評価である。既存のマクロ計量経済モデルや応用一般均衡モデル、応用都市経済モデル、本研究の第4章および第5章で提案した手法等のシミュレーションモデルによる評価がこれに当たる。これらの手法は、モデルの前提として採用する諸仮定や交通施設の規模、シミュレーション期間等の違いにより、様々な体系のモデル構築が可能であり、基本的に定型化は困難である。また、今後とも、各経済主体の多様性や各市場の不均衡等を考慮した、より現実の経済システムに即した実用的なモデル開発を継続して行っていく必要がある。しかし、一方で、極力恣意的なモデル構築を回避し、公平な評価を行っていくためには、常にその時々開発されているいくつかの最善の手法について、モデル体系の基本的な枠組みを指針として示しておくことは意味があると考えられる。また、少なくとも使用データの共通化を図るため、公的セクターによるデータベースの一元的な提供および管理が必要であろう。