

空間的応用一般均衡モデルを用いた交通需要予測の事後評価の可能性*

Ex-post Evaluation Method of Prediction of Transportation Demand by SCGE Model*

小池淳司**・大田垣聡***・土谷和之****

By Atsushi KOIKE**・Akira OHTAGAKI***・Kazuyuki TSUCHIYA ****

1. はじめに

従来から、交通需要予測は、交通計画などの社会基盤計画の立案および評価のために重要な基礎情報を与えてきた。一方、2002年「道路関係四公団民営化推進委員会」で指摘されたように、従来の交通需要予測結果の多くが過大推計であった。例えば、図-1、図-2は、1999年から2001年の東京アクアラインと本州四国連絡橋における1997年償還計画交通量（推定値）と実績交通量（実測値）および、それらの割合を示したものである¹⁾。

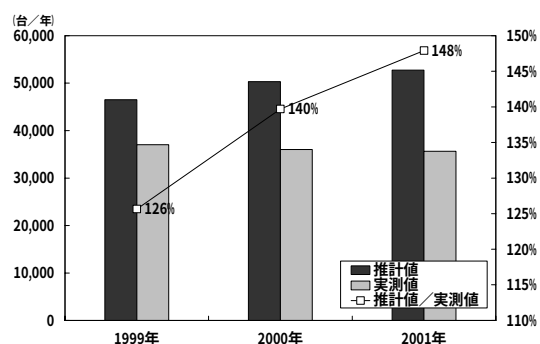


図-1 実績交通量／計画交通量（本州四国連絡橋）

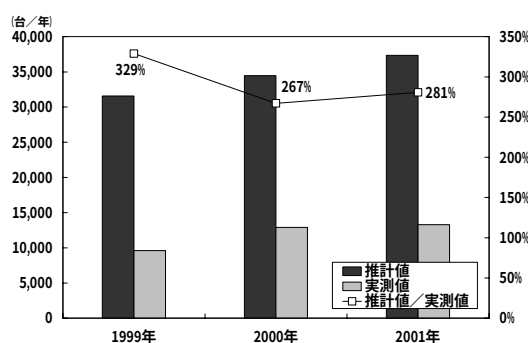


図-2 実績交通量／計画交通量（東京アクアライン）

*キーワード：交通需要予測，事後評価，SCGE モデル

**正員，博（工），鳥取大学工学部社会開発システム工学科
〒680-8552 鳥取市湖山町南 4-101，

e-mail:koike@sse.tottori-u.ac.jp)

***正員，工修，エム・アル・リサーチアソシエーツ株式会社

****正員，工修，株式会社三菱総合研究所社会システム研究本部

当然，社会変動などの影響も排除できないが，従来の交通需要予測結果が過大推計であるといわざるを得ない。その後，過大推計の問題指摘から，交通需要予測法を事後的に見直し（いわゆる，事後評価），予測精度の向上に努めてきたことは言うまでもない。

一方，土木計画学の分野においても経済学的手法を用いた公共投資評価分析手法が一般化されつつある²⁾。なかでも，応用一般均衡分析は環境政策評価および交通整備評価に代表される社会基盤計画の評価手法として広く用いられてきている。また，近年，その応用一般均衡分析が空間的および動学的に拡張されたことにより，生成交通，発生集中交通の需要予測が可能であると考えられている。（なお，同様の観点から，産業連関分析により交通行動を分析したものに太田他³⁾などがある。）

従来型の交通需要予測法（ここでは，四段階推定法など）を用いる場合と比較して，応用一般均衡分析を用いた交通需要予測法の利点は次のようなものが考えられるであろう。まず，交通需要予測と同時に交通整備による経済的評価が整合的に可能となること。次に，社会経済予測と交通需要予測を同時に実施するため，その相互関係がモデル内で整合的に表現されていることなどがあげられる。特に後者は大規模な交通整備を前提とした交通需要予測の予測精度向上に寄与する可能性があると考えられる。また，交通需要予測法の事後評価という観点からも，応用一般均衡分析を用いた交通需要予測法には，従来型と比べて利点がある。

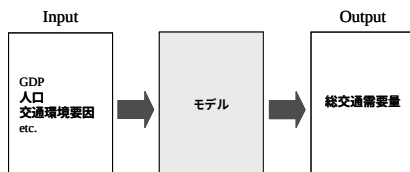
本研究では，準動学的空間的応用一般均衡分析を交通需要予測に用いた場合の利点を整理するとともに，空間的応用一般均衡分析を用いた交通需要予測結果の事後評価分析の方法論を提案することを目的としている。また，わが国の1995年以降の高速道路整備事業を対象とした実証分析を行い，その予測結果から本手法の有効性の検証することを目的としている。なお，本研究で予測する交通需要は，貨物純流動（金額表示）のみを対象とし，

四段階推定法の生成交通量予測および発生・集中交通量予測に対応する部分の考察を行う。

2. 交通需要予測法の比較

まず、従来型の交通需要予測法（ここでは、四段階推定法の生成交通量予測を例にする）と応用一般均衡分析による交通需要予測法を概念的に整理する。議論の簡単化のため、総交通需要量を予測する場合を考えると、Input（外生変数）と内生変数および Output で整理したモデルの概略は以下の図-3 のようになるであろう。

【従来型の交通需要予測法】



【応用一般均衡分析を用いた交通需要予測法】

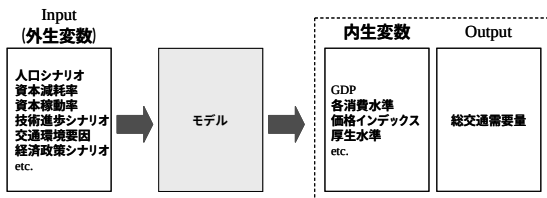


図-3 交通需要予測モデルの比較

従来型の交通需要予測法では GDP 予測結果、人口予測結果および交通環境要因の変化シナリオから総交通需要量を予測するのに対して、応用一般均衡分析を用いた交通需要予測法では、人口予測結果以外には資本減耗率(稼働率)、技術進歩シナリオ、経済政策シナリオおよび交通環境要因の変化とより多くの情報から、GDP などの経済変数を内生変数として捉え計測し、最終的に総交通需要量を予測するという構造になっている。つまり、従来型の交通需要予測では GDP に代表される経済変数は別のモデル（例えば、内閣府が発表している GDP 予測値に用いられているモデル）で予測した結果を用いているが、一方で、応用一般均衡分析を用いた交通需要予測ではこれらの予測も同時にモデル内で行っていることとなる。

この構造の違いから、以下の点が指摘できる。まず、従来型の交通需要予測法では、GDP 予測に対して、それを交通需要予測とは別のモデルで扱っているため、その予測に交通環境要因を考慮することができない、あるいは、どのような交通環境要因が考慮されているのか不明である。現実には、その国の経済的規模は交通整備状況に大きく依存しているはずである。しかし、その構造が

明確に需要予測には反映されていない。一方、応用一般均衡モデルを用いた交通需要予測法では GDP と交通需要量が同時に決定されるために、それらの相互依存関係が明示的に表現されていることとなる。しかしながら、GDP の予測精度がどちらの手法を用いたほうが高いかは別の問題として指摘されるべきであろう。

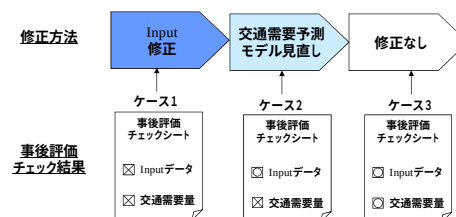
さらに、応用一般均衡分析を用いた交通需要予測法では各種経済政策シナリオの変更が交通需要予測に与える影響を分析することが可能である。これも今後の社会経済シナリオと連動して交通需要予測を行うことが可能であるという理由から、応用一般均衡分析を交通需要予測に利用する利点の一つである。

一方で、応用一般均衡分析を用いた交通需要予測法の欠点としては、従来型の交通需要予測法と比較して、そのモデル構造が複雑で、かつ非線形の連立方程式の解法も必要であるため、多くの労力を必要とする場合がある。

3. 交通需要予測の事後評価法

次に事後評価という観点から、従来型の交通需要予測法と応用一般均衡分析を用いた交通需要予測法の違いを考察していく。ここでは、事前に予測していた交通需要予測結果が結果的に大きく違っていた場合を想定して議論を進めていく。議論の簡単化のため、各事後評価法の概略を事後評価チェック結果とそのチェック結果のケースに対応した修正方法という形で整理したものを図-4 に示した。

【従来型の交通需要予測の事後評価法】



【応用一般均衡分析による交通需要予測の事後評価法】

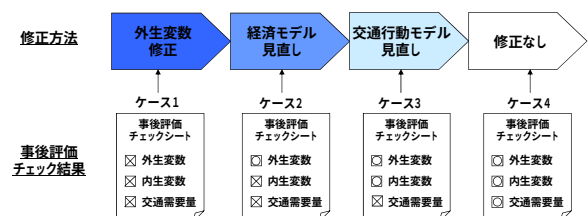


図-4 交通需要予測の事後評価法の比較

まず、従来型の交通需要予測では、モデル自体が主に時系列回帰分析による統計的モデルであるため、交通需要予測結果の事後評価に際しては、実現値と比較して、

Input データ（ここでは、GDP あるいは人口予測など）が正しかったかどうか、および、交通需要量が正しかったかどうかについて事後評価チェックを行う。その結果によって、すべての Input データを実現値に修正して追実験を行うか、統計モデルの構造が正しかったかどうかの見直しを実施して、追実験を試みることで事後評価を行うことが一般的であろう。

一方で、応用一般均衡分析を用いた交通需要予測においては、より詳細に事後評価を行うことが可能となる。まず、外生変数、内生変数および交通需要量が正しかったかどうかについて事後評価チェックを行う。その結果のケースによって修正および追実験を行うのだが、モデル内で算出される GDP などの経済変数が予測値と現実の値で一致している場合と乖離している場合で対応が異なる。内生変数が現実の値と一致している場合は、応用一般均衡モデル構築に際しての交通行動に関連するモデルを導入する際の技術定数が変化したが、あるいは、交通行動に関連するモデル（地域間の交易を表現する CES 型関数など）のモデリングが現実的では無い可能性が指摘できる。そこで、それらをもう一度推考しなおす必要が生じるであろう。また、内生変数と現実の値が乖離している場合は、Input（外生変数）の予測値（および、設定シナリオ）と現実の社会経済情勢が同じであったかの確認をする。この場合、事後評価時点では、多くの Input 変数を実現の値と比較することが可能となるので、具体的にどの設定値が乖離しているのかを確認することが可能である。また、従来型と同様に、すべての Input 変数を実現値としたうえで、追実験を行うことで、モデルの社会経済モデルの構造が正しかったかどうかの検証が可能となる。

ここまでの考察から、従来の交通需要予測法と比較して、応用一般均衡分析を用いた交通需要予測法は、事後評価の観点から、より多くの基準からモデル構造を見直すことが可能であると考えられる。さらに、Input 変数である経済変数の設定値および社会経済シナリオを実現値と比較することで、どの変数およびシナリオが間違っていたのか、あるいは、モデル構造が間違っていたのかを、より詳細に特定化することが可能となる。さらに、それらの設定が事前にどの程度の信頼性をもって予測可能であったかなどを事後評価項目に加えることが可能となる。これは、計画者にとって交通需要予測結果を信頼あるものとするために、モデルを改善する重要なインセンティブを与えることになるものと考えられる。

4. 実証分析

以上のような特徴が確認された応用一般均衡分析による交通需要予測法がどの程度の予測精度を持つのか、あるいは、事後評価からどの程度の精度向上が可能なのかを検証するため簡単な実証分析を実施した。実証分析に際しては既存の空間的応用一般均衡モデル（小池・右近⁴⁾）を準動学的モデルに拡張したモデルを用いた。

（1）準動学空間的応用一般均衡モデル

本研究で用いた空間的応用一般均衡モデルは既存の静学モデルを準動学モデルに拡張したものをを用いている。静学モデルの構造は図-5 に示すとおりである。

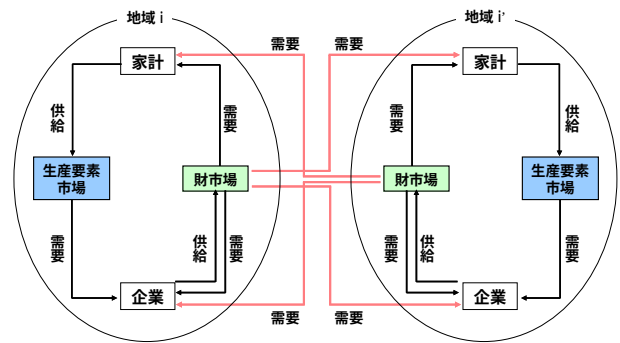


図-5 空間的応用一般均衡（SCGE）モデルの概略

まず、複数の離散的空間に分割された社会経済を想定し、それぞれの空間にはアクティビティベースの企業および代表的消費者が存在し、それぞれ近視眼的に費用最小化行動および効用最大化行動をしている。市場は空間的に開放された財市場および空間的に閉じられた生産要素市場を想定し、それぞれがある一定の時間内に競争的均衡状態に達すると仮定している。財の輸送に関しては、輸送される財の一部で輸送費用が支払われるとする（Iceberg 型輸送技術）。以上の具体的なモデルの定式化については付録-1 で示した。また、本モデルがワルラス法則（論理的整合性）を満たしていることを検証した結果を付録-2 に示した。

ここで、交通整備は、地域間所要時間を短縮させることから、モデル内では、所要時間の短縮による輸送マージン率の低下として以下のように表現することとする。

$$\tau_j^{ii} = \lambda_j t^{ii} \quad (1)$$

ただし、 τ_j^{ii} ：産業 j の輸送マージン率、 λ_j ：産業 j における所要時間 1 分間あたりの輸送マージン率、 t^{ii} ：地域 i から地域 i に到着するまでの所要時間。

次に、動学モデルの構造は準動学構造を想定し、各期の静学均衡モデルが時間的に逐次均衡状態を達成するこ

とを想定している。すなわち、次期の生産要素保有量が前期の均衡状態により内生的に決定されるメカニズムとなっている。具体的には次期の資本保有量は以下の式で表すこととする。

$$K_i^t = (1 - \delta)K_i^{t-1} + I_i^t \quad (2)$$

$$I_i^t = sC_i^{t-1} \quad (3)$$

ただし、 K_i^t ：資本保有量、 I_i^t ：投資量（＝貯蓄量）、 C_i^t ：最終消費量、 δ ：資本減耗率、 s ：貯蓄率（＝一定）、 t ：時期を表すサフィックス、 i ：地域を表すサフィックス。

また、労働保有量は人口予測結果にもとづき以下の式で表すこととする。

$$L_i^t = \left(\frac{POP_i^t}{POP_i^{t-1}} \right) L_i^{t-1} \quad (4)$$

ただし、 L_i^t ：労働保有量、 POP_i^t ：地域 i の t 期人口予測値。

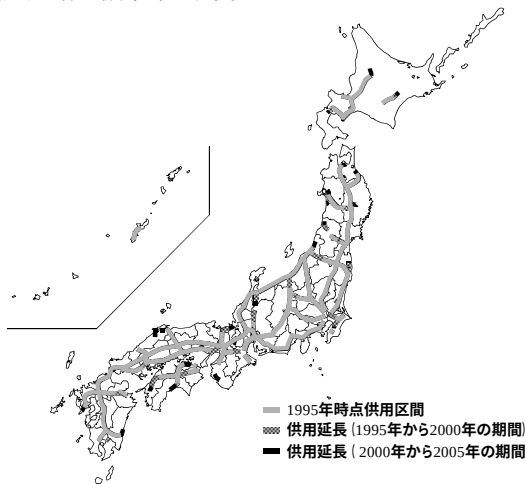
（２）実証分析の設定条件（基本ケース）

以上のモデルを用いて実証分析を実施した。実証分析に際しては、対象地域を 47 都道府県とし、対象産業を表－1 で示した 8 産業とする。

表－1 産業分類

1	農林水産業	4	電気・ガス・水道業	7	運輸・通信業
2	製造業	5	商業	8	サービス業
3	建設業	6	金融・保険業		

なお、静学モデルのパラメータキャリブレーションおよび初期設定変数は 47 都道府県間産業連関表⁵⁾を用いた。また、交通需要予測の基準年を 1995 年として、2000 年および 2005 年の交通需要量予測を実施した。ここで、この間の交通整備事業は図－6、具体的には、表－2 に示す高速道路整備事業を対象としている。



図－6 対象とする高速道路整備事業

表－2 対象としている高速道路整備事業

1995 年から 2000 年の期間に整備された高速道路	2000 年から 2005 年の期間に整備された高速道路
北海道(縦)道(虻田洞爺湖～長万部) 北海道(横)道(千歳恵庭 JCT～夕張) 中国(横)道(岡山総社～北房 JCT) 関越道(信州中野～中郷) 関越道(小諸～更埴 JCT) など	北海道(横)道(池田～本別・足寄) 東北中央道(山形上山～東根) 近畿道(舞鶴東～小浜西) 四国(横)道(伊野～須崎東) 東九州道(末吉財部～国分) など
供用延長 686km	供用延長 748km

ここで、1995 年時点の情報のみで計算するケースを基本ケースと呼び、その時点の動学モデルのパラメータは以下の表－3 の値を用いることとする。

表－3 基本ケースのデータ

外生変数		出典	使用年次
POP_i^t	地域別人口	将来推計人口データベース ⁶⁾	1995*, 2000, 2005 年
s	貯蓄率	国民経済計算年報 ⁷⁾	1995 年
δ	資本減耗率	国民経済計算年報 ⁷⁾	1995 年

*1995 年の地域別人口は実測値⁶⁾。

（３）実証分析の設定条件（事後修正ケース）

次に 2005 年時点での事後評価時を想定したケースを事後修正ケースと呼び、その設定条件は以下のようにした。この時点では実測値としての 2000 年および 2005 年の国内総生産 GDP が得られている。そこで、モデルにおける資本保有量および労働保有量を以下のようにして計測された値を用いて計算した。まず、各地域別総生産は以下のように基準年における地域総生産の割合に応じて算出した。

$$GRP_i^t = \left(\frac{GRP_i^{t_0}}{GDP^{t_0}} \right) GDP^t \quad (5)$$

ただし、 GRP_i^t ：地域総生産、 GDP^t ：国内総生産の実測値、 t_0 ：基準年を表すサフィックス。

また、上記で得られた地域総生産から基準年での資本労働比率に応じて、資本保有量および労働保有量を求めた。

$$K_i^t = \left(\frac{K_i^{t_0}}{L_i^{t_0} + K_i^{t_0}} \right) GRP_i^t \quad (6)$$

$$L_i^t = \left(\frac{L_i^{t_0}}{L_i^{t_0} + K_i^{t_0}} \right) GRP_i^t \quad (7)$$

なお、事後修正ケースのパラメータは以下の表－4 の値を用いた。

表-4 事後修正ケースのデータ

外生変数		出典	使用年次
GDP^t	国内総生産	国民経済計算年報 ⁷⁾	1995,2000,2005*年
$GRP_i^{t_0}$	地域別総生産	都道府県間産業連関表 ⁵⁾	1995 年
$L_i^{t_0}$	地域別労働所得(基準年)	都道府県間産業連関表 ⁵⁾	1995 年
$K_i^{t_0}$	地域別資本所得(基準年)	都道府県間産業連関表 ⁵⁾	1995 年

*2005 年の国内総生産は速報値。

(4) 計測結果

以上のような設定のもと、基本ケースと事後修正ケースの実証分析を行った。まず、国内総生産 GDP の基本ケース・事後修正ケースによる算出結果および実測値の関係を表-5 に示す。ここで、表中各年度の値は 1995 年時点の GDP を 100 として基準化した値である。また、表中の () 内の数字は実測値を 100 として基準化した値である。1995 年時点のデータを用いた基本ケースでは 2000 年および 2005 年ともに実測値と比較して、過大な推計結果となっている。一方、応用一般均衡モデルの特徴上、当然ではあるが、2005 年時点のデータで修正した値は実測値と同じ値となっている。

表-5 各ケースの GDP 算出結果

	年度	2000年	2005年
実測値	統計データ	102.00	100.05
推計値	基本ケース	107.64 (106%)	112.57 (113%)
	事後修正ケース	102.00 (100%)	100.05 (100%)

次に、交通需要量の変化を基本ケース・事後修正ケースで算出した結果と実測値において比較を行う。ここで、交通需要量は各地域間地域内の交易量（金額表示）の合計の変化率をもって、交通需要量の変化と定義し算出した。このことから、本モデルで算出される交通需要量と対応する交通需要量の実測値を比較する必要がある。比較的入手が容易な 3 種類の主要な交通データを表-6 に示す。このうち、本研究では交通需要量の実測値を比較する際に「物流センサス」を統計データとして用いることとした。その理由としては、物流センサスが、SCGE モデルのベースデータである産業連関表と同様、ネット（純）の概念により調査されていること、また、付属データとして物流原単位のデータが利用可能であるため、数量ベースから金額ベースへとデータの変換が可能であるためである。しかし、現時点で、2005 年度のデータは未整備である。

表-6 交通需要量の実測値に用いる統計資料の整理

統計名 整理項目	物流センサス	陸運統計要覧	貨物・旅客地域 流動調査
統計分類	純流動	総流動	総流動
単位	トン、円*	トン、トンキロ 人、人キロ	トン 人
利用可能年度	~1995 年、 2000 年	~2004 年	~2004 年
調査実施間隔	5 年毎	毎年	毎年
データの詳細	地域間 産業間	地域別合計	地域間 産業間
付属データ	物流原単位 (Kg/万円)	—	—

*付属データにより導出可能。

交通需要量の基本ケース・事後修正ケースによる算出結果および実測値の関係を表-7 に示した。ここで、表中各年度の値は 1995 年時点の交通需要量を 100 として基準化した値である。また、表中の () 内の数字は実測値を 100 として基準化した値である。1995 年時点のデータを用いた基本ケースでは 2000 年の実測値と比較して、過大な推計結果となっている。一方、2005 年時点のデータで修正した値は実測値と比較して、基本ケースより改善されているものの、やはり過大な推計結果である。

表-7 各ケースの交通需要量算出結果

	年度	2000年	2005年
実測値	物流センサス	99.30	—
推計値	基本ケース	107.26 (108%)	111.56 (—)
	事後修正ケース	102.03 (103%)	100.08 (—)

ここで、より詳細に交通需要予測結果の事後評価を行うために、事後修正ケースについて産業間発着ベースで集計された産業間 OD 交通需要量についてみる。実測値の制約上、2000 年の製造業と商業発着ベースで集計された OD 交通需要量についてのみ算出結果および実測値の関係を図-7 に示した。表中の値は実測値の交通需要量を 100 として基準化したものである。

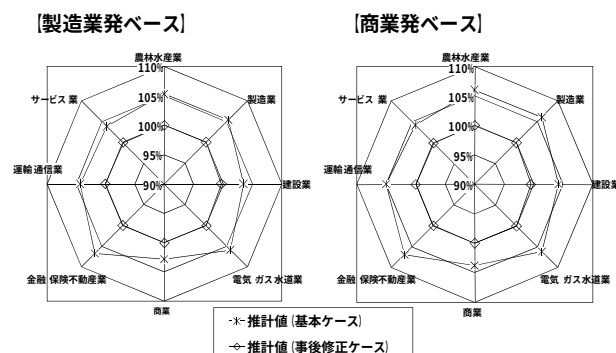


図-7 各ケースの産業間発着ベース集計の OD 交通量

まず、基本ケースでは、製造業および商業発ベースとも実際の産業間 OD 交通需要量の変化を表現できていないことがわかる。一方、事後修正ケースでは、製造業および商業発ベースとも、実際の産業間 OD 交通需要量の変化をほぼ表現できていることがわかる。つまり、製造業と商業発ベースの産業間 OD 交通需要量に関しては、事後評価後に修正を加えることで、ほぼ実測値を表現できている。このことから、経済モデルが実際の産業間の投入産出構造をほぼ正確に表現できていると予想される。

次に、四段階推定法における発生・集中交通量予測にあたる、地域間発着地ベースで集計された OD 交通需要量の算出結果および実測値の関係を図-8 に示した。地域については、紙面の都合上、47 都道府県を 8 地方に集計している。ここで、表中の値は実測値の交通需要量を 100 として基準化したものである。

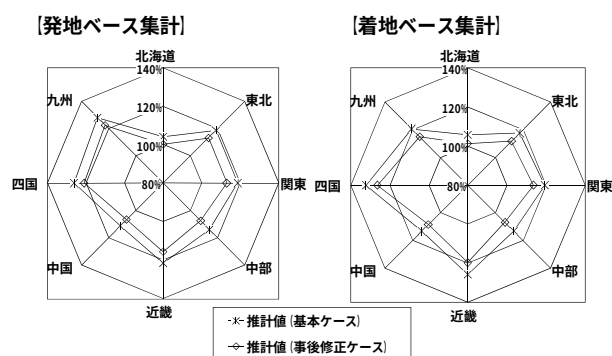


図-8 地域間発着地ベース集計の OD 交通需要量

基本ケースと比較して、事後修正ケースでは、過大推計が改善されているものの、ほとんどの地域で実際の地域間 OD 交通需要量の変化を表現できていないことがわかる。現時点の事後修正ケースは、2000 年の全国の GDP 実測値を都道府県に比例配分した結果を用いているため、基本ケース、事後修正ケースとも同様の傾向を示すこととなっている。事後修正ケースとして都道府県別の GRP（地域総生産）を使うことで、この問題が改善されると予想できる。しかしながら、基本ケースでこの問題に対応しようとするならば、各地域の経済成長をより正確に表現するモデルが必要となる。

さらに、8 地方に集計された地方別 GRP の算出結果および実測値の関係を図-9 に示した。ここで、表中の値は実測値の GRP を 100 として基準化したものである。

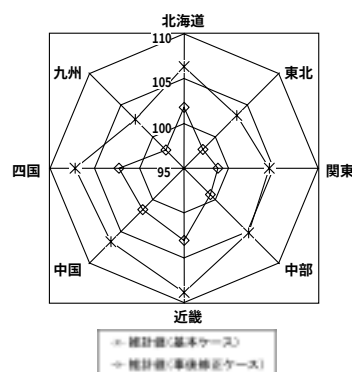


図-9 地方別 GRP 算出結果

図-9 は SCGE モデルによる GRP 算出結果である。この図と先の OD 交通需要量の結果から、地方別の GRP 変化率と OD 交通需要量の変化率に必ずしも同様な傾向ではないことがわかる。具体的には、北海道のように基本ケース・事後修正ケースとも GRP が過大推計であるにも関わらず、OD 交通量はそれほど過大推計となっていないなどである。つまり、経済行動モデルの見直しに加えて、交通行動モデルについても見直しも必要であると考えられる。

ここで、今回実施した交通需要予測の事後評価の分析結果を整理する。まず、交通需要量に関しては、基本ケース・事後修正ケースともに実測値と比較して多少の過大推計であったが、先に示した、従来型の交通需要予測結果と比較すると、精度が高いことが示された。しかし、応用一般均衡分析による交通需要予測を発生・集中分析にまで応用するとなると、各地域の経済成長のメカニズムを正確に描写するモデルの追加に加えて、地域選択の代替弾力性などの交通行動モデルのパラメータあるいは構造そのものについての見直しが必要であることが示唆された。

5. おわりに

過去の交通需要予測結果が過大推定であったことは、土木計画の分野を超えて、社会問題化した。この問題を受けて、より詳細に社会経済構造そのものを予測するためのモデルとして、交通需要予測に応用一般均衡分析を用いることを考えてきた。そこで、本研究では交通需要予測に応用一般均衡モデルを用いる利点として、特に、従来の需要予測手法と比較して、事後評価によりモデルの構造あるいは設定が詳細に検証できることを考察した。また、実証研究を通じてその程度を明らかにした。今後は、応用一般均衡分析による交通需要予測結果をより詳

細に検討することで、特に交通行動モデルの改善箇所を特定していく作業が必要である。

最後に、このように応用一般均衡モデルを用いて交通需要予測を実務的に用いるためには、解決すべき以下のような問題がある。

- ①交通量の単位の問題：本実証分析でも示したとおり、空間的応用一般均衡モデルから求められる交通量は、正確には地域間の交易金額である。この値と従来の交通需要量との整合性に関して検討する必要がある。
- ②人流の取り扱いの問題：同様に空間的応用一般均衡分析が対象としている交易活動には、余暇・自由トリップなどに関して空間的な情報が無いものを扱っている。そのため、これらを統合的に扱うための検討が必要である。
(本研究では、物流のみを予測対象としたが、応用一般均衡分析で人流を取り扱えるように拡張した小池・上田・宮下⁸⁾モデルを参考にすることで、本モデルでも人流の取扱いが可能となる。)
- ③自家輸送の取り扱いの問題：さらに、自家輸送による交易が応用一般均衡分析の基準データとなる産業連関表で明示的ではない。そのために応用一般均衡モデルからの交通需要量算出結果を一概には比較できないであろう。

【参考文献】

- 1) 道路関係四公団民営化推進委員会ヒアリング資料：

【付表－1】

企業行動モデル			
第一段階		付加価値	$\min_{l_j^i, k_j^i} w^i l_j^i + r^i k_j^i$ $s.t. VA_j^i = \eta_j^i l_j^i \alpha_{1j}^i k_j^i \alpha_{2j}^i$
			ただし、w^i：地域<i>i</i>の労働賃金率、r^i：地域<i>i</i>の資本レント、l_j^i：地域<i>i</i>産業<i>j</i>の労働投入量、k_j^i：地域<i>i</i>産業<i>j</i>の資本投入量、η_j^i：地域<i>i</i>産業<i>j</i>の効率パラメータ、α_{1j}^i：地域<i>i</i>産業<i>j</i>の生産要素(労働)の分配パラメータ、α_{2j}^i：地域<i>i</i>産業<i>j</i>の生産要素(労働)の分配パラメータ
第二段階		中間投入財	$\min_{x_{jj}^{i'}} \sum_{i' \in I} (1 + \tau_{jj}^{i'}) p_{jj}^{i'} x_{jj}^{i'}$ $s.t. x_{jj}^{i'} = \phi_{jj}^{i'} \left(\sum_{i' \in I} \delta_{jj}^{i'} x_{jj}^{i'} \right)^{\frac{\sigma-1}{\sigma}}$
			ただし、$p_{jj}^{i'}$：地域<i>i'</i>で生産された産業<i>j</i>の財価格、$x_{jj}^{i'}$：地域<i>i'</i>から地域<i>i</i>、産業<i>j</i>から産業<i>j</i>への中間投入財、$\phi_{jj}^{i'}$：地域<i>i</i>の産業<i>j</i>から産業<i>j</i>への効率パラメータ、$\delta_{jj}^{i'}$：地域<i>i'</i>から地域<i>i</i>、産業<i>j</i>から産業<i>j</i>への分配パラメータ、σ：企業の地域選択の代替弾力性、$\tau_{jj}^{i'}$：生産地価格と消費地価格のギャップ(輸送マージン率)

ただし、 Q_j^i ：地域*i*産業*j*の生産量、 VA_j^i ：地域*i*産業*j*の付加価値、 $x_{jj}^{i'}$ ：地域*i*の産業*j*から産業*j*への中間投入合成財、 $a_{jj}^{i'}$ ：地域*i*の産業*j*から産業*j*への中間投入合成財の投入係数、 a_{0j}^i ：地域*i*産業*j*の付加価値比率

道路関係四公団民営化推進委員会(第3回)、国土交通省、2002. 7.

- 2) 公開セミナー「経済均衡モデルによる公共事業評価－地域の変化を測る－」：季刊 運輸政策研究, Vol.8, No.2, pp.65-79, 運輸政策研究機構, 2005.
- 3) 太田和博・加藤一誠・小島克巳：交通の産業連関分析, 日本評論社, 2005.
- 4) 小池淳司・右近崇：新潟県中越地震における磐越道・上信越道のリダンダンシー効果, 高速道路と自動, Vol.49, No.7, 高速道路調査会, 2006. 7.
- 5) 宮城俊彦・石川良文・由利昌平・土谷和之：地域内産業連関表を用いた都道府県間産業連関表の作成, 土木計画学研究論文集, Vol.20, No.1, pp.87-95, 2002.
- 6) 国立社会保険・人口問題研究所：将来推計人口データベース(都道府県別将来推計人口), 1997年推計, 国立社会保険・人口問題研究所ホームページ, 1997.5.
- 7) 内閣府経済社会総合研究所：国民経済計算年報, 平成17年版, メディアランド, 2005.
- 8) 小池淳司・上田孝行・宮下光宏：旅客トリップを考慮した SCGE モデルの構築とその応用, 土木計画学研究論文集, Vol.17, pp.237-245, 2000.

【付表-1 続き】

家計行動モデル		市場均衡条件	
第 一 段 階	$V^i = \max_{q_j^i} \left(\sum_{j \in J} (\gamma_j^i)^{\frac{1}{\rho_1}} (q_j^i)^{\frac{\rho_1-1}{\rho_1}} \right)^{\frac{\rho_1}{\rho_1-1}}$ $s.t. \sum_{j \in J} p_j^i q_j^i = w^i L^i + r^i K^i$	生産財市場	$Q_{j'}^i = \sum_{i \in I} \sum_{j \in J} (1 + \tau_{jj'}^i) x_{jj'}^i + \sum_{i \in I} (1 + \tau_{jj'}^i) p_{jj'}^i$
	ただし、V^i : 地域 i の間接効用関数、q_j^i : 地域 i の家計が消費する産業 j の合成財消費量、L^i : 地域 i の労働供給量、K^i : 地域 i の資本供給量、γ_j^i : 地域 i の家計における産業 j からの消費分配パラメータ、ρ_1 : 家計の合成消費における財選択の代替弾力性、p_j^i : 地域 i の家計が直面する産業 j の合成消費財価格	生産財価格体系	$P_j^i = a_{0j}^i (w^i c l_j^i + r^i c k_j^i) + \sum_{j' \in J} a_{jj'}^i (\phi_{jj'}^i)^{-1} \left(\sum_{i' \in I} \delta_{jj'}^{i'} P_{jj'}^{i'} \right)^{\frac{1}{1-\sigma}}$
第 二 段 階	$V'^i = \max_{q_j^i} \left(\sum_{j \in J} (\gamma_j^i)^{\frac{1}{\rho_2}} (q_j^i)^{\frac{\rho_2-1}{\rho_2}} \right)^{\frac{\rho_2}{\rho_2-1}}$ $s.t. p_j^i q_j^i = \sum_{i' \in I} (1 + \tau_{jj'}^i) p_{jj'}^i q_{jj'}^{i'}$	生産要素市場	$\sum_{j \in J} [a_{0j}^i Q_j^i c l_j^i (w^i, r^i)] = L^i \quad \sum_{j \in J} [a_{0j}^i Q_j^i c k_j^i (w^i, r^i)] = K^i$
	ただし、V'^i : 地域 i 産業 j の間接効用関数、q_j^i : 地域 i の家計が消費する地域 i' 産業 j の合成財消費量、γ_j^i : 地域 i' から地域 i への産業 j の消費の分配パラメータ、ρ_2 : 家計の合成消費財における地域選択の代替弾力性	ただし、cl_j^i : 付加価値 1 単位当たりの労働需要関数、ck_j^i : 付加価値 1 単位当たりの資本需要関数	

【付表-2】

Iceberg 型輸送技術を考慮した SCGE モデルのワルラス法則			
①収支均等条件の総和	$\sum_{i \in I} \sum_{j \in J} p_j^i Q_j^i = \sum_{i' \in I} \sum_{i \in I} \sum_{j' \in J} \sum_{j \in J} (1 + \tau_{jj'}^i) p_{jj'}^i x_{jj'}^i + \sum_{i \in I} \sum_{j \in J} (w^i l_j^i + r^i k_j^i)$	ワル ラ ス 法 則	$\sum_{r' \in R} \sum_{i' \in I} \left\{ w^{r'} (l_{i'}^{r'} + l_{i'}^{r'} - L^{r'}) + r^{r'} (k_{i'}^{r'} + k_{i'}^{r'} - K^{r'}) \right\} = 0$
②需給額均等条件の総和	$\sum_{i' \in R} \sum_{j \in J} p_j^i Q_j^i = \sum_{i' \in I} \sum_{i \in I} \sum_{j' \in J} \sum_{j \in J} (1 + \tau_{jj'}^i) p_{jj'}^i x_{jj'}^i + \sum_{i' \in I} \sum_{i \in I} \sum_{j' \in J} (1 + \tau_{jj'}^i) p_{jj'}^i q_{jj'}^{i'}$		
③所得制約条件の総和	$\sum_{i' \in I} \sum_{i \in I} \sum_{j \in J} (1 + \tau_{jj'}^i) p_{jj'}^i q_{jj'}^{i'} = \sum_{i \in I} (w^i L^i + r^i K^i)$		

空間的応用一般均衡モデルを用いた交通需要予測の事後評価の可能性*

小池淳司**・大田垣聡***・土谷和之****

近年、応用一般均衡分析が空間的および動学的に拡張されたことで、交通需要予測が可能であると考えられる。四段階推定法など従来型の交通需要予測法を用いる場合と比較して、応用一般均衡分析を交通需要予測に用いた場合の特徴としては、社会経済予測と交通需要予測を同時かつ整合的に実施していることがあげられる。また、交通需要予測結果の事後評価の観点からは、予測モデルの構造・設定をより詳細に検証できると考えられる。本研究では、応用一般均衡分析を用いた交通需要予測結果の事後評価の方法論の提案を行い、わが国の 1995 年以降の高速道路整備事業を対象とした実証分析を実施し、その結果から本手法の有効性を検証した。

Ex-post Evaluation Method of Prediction of Transportation Demand by SCGE Model*

By Atsushi KOIKE**・Akira OHTAGAKI***・Kazuyuki TSUCHIYA ****

It has become common to use a Computable General Equilibrium (CGE) model for evaluation of transportation investment, recently. In this study, we apply Dynamic Spatial CGE model to the prediction of transportation demand. SCGE model has some advantages to use for the prediction of transportation demand compared to using four-step method. Firstly, we summarize the advantage of SCGE model from ex-post evaluation point of view and propose a methodology for ex-post evaluation of the prediction of transportation demand. And, we apply this method to estimate the transportation demand in Japan.