

# 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 Traffic Demand Forecasting using by Dynamic SCGE Model\*

小池淳司\*\*・土谷和之\*\*\*・大田垣聡\*\*\*\*

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

### 1. はじめに

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。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的に拡張されたことにより、交通需要予測が可能であるとの見解が示されるようになってきている。(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<sup>1)</sup>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。

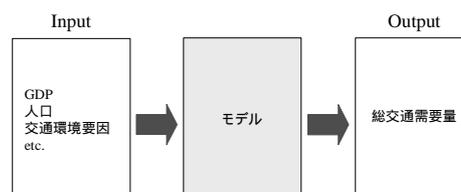
本研究では、準動的空間的応用一般均衡分析を交通需要予測に用いた場合の利点を整理するとともに、もし、過去の交通需要予測結果が現実の値から乖離していた場合に、従来型の交通需要予測手法と比較して、応用一般均衡分析を用いている場合にどのような追加的分析が可能となるかを整理し考察する。つまり、空間的応用一般均衡分析を用いた交通需要予測結果の事後評価分析の方法論を提案することを目的としている。そのため、わが国

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結果の検証を実施した結果を紹介する。

### 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-1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-1 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、経済企画庁が発表しているGDP予測値

\*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, 株式会社三菱総合研究所社会システム研究本部

\*\*\*\*学生会員, 鳥取大学大学院工学研究科博士前期課程

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それら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。これも社会経済活動と連動して交通需要予測を行っている利点の一つである。

### 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、伝統的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、もし、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。

まず、従来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、交通需要予測の事後評価に際しては、Input した要因(ここでは、GDP あるいは人口予測)が正しかったかどうか、および、統計モデルの構造が正しかったかどうかの分析を行い、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る。

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、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モデルを導入する際の技術定数が変化した、あるいは、交通行動モデル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。これは、計画者にとって需要予測結果を信頼あるものとするために重要なインセティブを与えることになるであろう。

### 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行える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<sup>2)</sup>)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-2に示すとおりである。

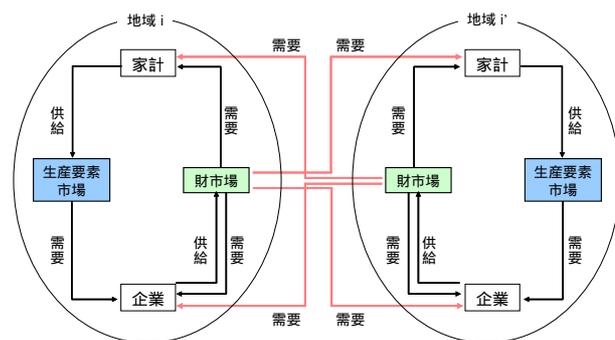


図-2 空間的応用一般均衡(SCGE)モデルの概略

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。

つぎに、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。

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

$$I_i^t = sC_i^{t-1} \quad (2)$$

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、 $\delta$  : 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。

$$L_i^t = \left( \frac{POP_i^t}{POP_i^{t-1}} \right) L_i^{t-1} \quad (3)$$

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、47 都道府県、8 産業を対象とした。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<sup>3)</sup>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表-1 に示す高速道路整備事業を対象としている。

表 - 1 対象としている高速道路整備事業

2000 年時点で整備されている高速道路	2005 年時点で整備されている高速道路
東海北陸道(美並 - 郡上八幡)	北関東道(高崎 JCT ~ 伊勢崎)
東北(横)道(会津坂下 - 西会津)	東北(横)道(酒田 ~ 酒田みなと)
東北(横)道(津川 - 安田)	近畿道(湾岸弥富 ~ みえ川越)
関越道(小諸 - 更埴 JCT)	中部縦断道(白根 - 双葉 JCT)
山陽道(神戸 JCT ~ 三木小野)	東北中央道(山形上山 ~ 東根)
東海北陸道(一宮木曾川 - 岐阜各務原)	東北(横)道(東和 ~ 花巻 JCT)
第二東海道(名古屋南 - 東海)	東海北陸道(白川郷 ~ 五箇山)
関越道(中郷 - 上越 JCT)	第二東海道(豊田東 ~ 豊田 JCT)
北関東道(友部 JCT ~ 水戸南)	近畿道(みえ川越 ~ 四日市 JCT)
東海北陸道(五箇山 - 福光)	第二東海道(豊田南 ~ 豊明)
など	など

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 - 2 の値を用いることとする。

表 - 2 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	都道府県別 将来推計人口 <sup>3)</sup>	1995 年
$s$	貯蓄率	国民経済計算 年報 <sup>4)</sup>	1995 年
$\delta$	資本減耗率	国民経済計算 年報 <sup>4)</sup>	1995 年

### (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。

$$GRP_i^t = \left( \frac{GRP_i^{t_0}}{GDP^{t_0}} \right) GRP_i^{t-1} \quad (4)$$

ただし、 $GRP_i^t$  : 地域総生産、 $GDP^t$  : 国民総生産の実測値、 $t_0$  : 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。

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

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

なお、事後修正ケースのパラメータは以下の表 - 3 の値を用いた。

表 - 3 事後修正ケースのデータ

外生変数		出典	使用年次
$GDP^t$	国民総生産	国民経済計算 年報 <sup>4)</sup>	1995, 2000, 2005* 年
$GRP_i^{t_0}$	地域別総生産	都道府県別 産業連関表 <sup>6)</sup>	1995 年
$L_i^{t_0}$	地域別 労働所得 (基準年)	都道府県別 産業連関表 <sup>6)</sup>	1995 年
$K_i^{t_0}$	地域別 資本所得 (基準年)	都道府県別 産業連関表 <sup>6)</sup>	1995 年

\*2005 年の国民総所得は速報値。

#### (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・事後修正ケースおよび実測値は図 - 3 のように算出された。ここで、図中の値は 1995 年時点の GDP を 100 に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、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比較してほぼ同程の結果となっている。

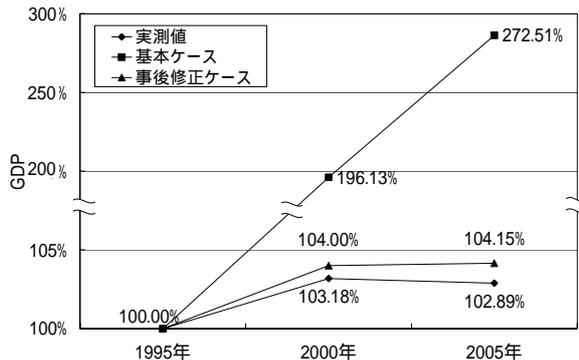


図 - 3 各ケースの GDP 算出結果

つぎに、それぞれのケースにおける交通需要量の変化を計算すると図 - 4 のようになった。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て算出している。基本ケースでは交通需要量が 10 年間に 42% の伸びがあるとの算出結果となったが、事後修正ケースでは 10 年間で 3% 程度の伸びとの予測となっている。本来ならば、この値と実測値を比較することで、応用一般均衡モデル内の交通行動のモデル化あるいは技術定数の変化が妥当であるかの検証が可能となる。

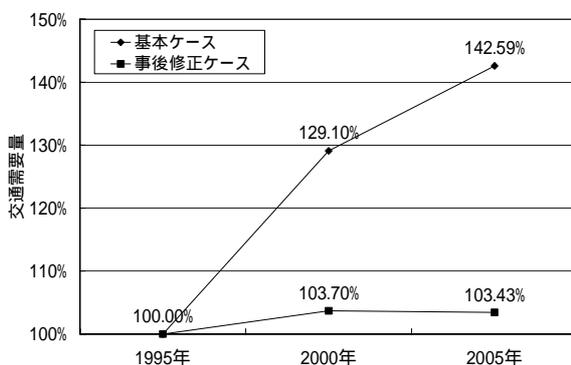


図 - 4 各ケースの交通需要量算出結果

#### 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、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。しかしながら、実証分析による検討は未だ不十分な点が多い。講演時にその詳細を紹介する予定である。

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。

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、正確には地域間の取引金額である。この値と交通需要量との整合性に関して検討する必要がある。

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取引活動には、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、これらを整合的に扱うための検討が必要である。

自家輸送の取り扱いの問題：さらに、自家輸送による取引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) 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。
- 2) 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。
- 3) 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。
- 4) 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，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。
- 5) 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。
- 6) 総務省統計局：国勢調査，平成7, 12, 17年，総務省統計局ホームページ。