

参考資料 2 : 民営化委員会第三者調査報告書

枠囲みと記号(A~G)は本委員会事務局が附したものである。

平成 14 年 12 月 2 日

「将来交通需要推計」検討結果報告書

東北大学 森杉 壽芳
横浜国立大学 井上 徹
日本経済研究センター 上村 淳三

交通需要推計検討結果

1 始めに

旅客推計において、地域・年齢・性別・免許保有などの属性を使って、時系列推計が可能なものについてはほぼすべての変数について時系列推計を試み、社会経済情勢の変化に対応した道路生成交通量の予測を行うことを試みている本予測手法に関しては高く評価したい。貨物推計については、旅客ほど成功したとはいえないが、品目別推計を導入している。このようなきめ細かい分析手法については旅客と同様に高く評価したい。しかし、個々の推定・推計に関しては、以下に述べる問題点があるので、今後も継続的に再推定・再推計を行うことを希望する。

A

2 推計・推定に関する問題(参考資料 - 1、参考資料 - 2、参考資料 - 3、参考資料 - 4)

A. 推計開始時点では利用不可能であったが現時点で利用可能なデータをすべて使っていない以下に示すモデルについて、再推定を行った。

旅客推計

性別年齢階層別の人口当たり就業者数モデル (p.36,37)

地域間発生原単位モデル(観光等目的原単位モデル) (p.33,34)

注1:()内は、「交通需要推計資料 11月」のページを示す。

B. 時系列データの推定において、誤差項の系列相関(参考1参照)とその推定値に対する影響を考慮していない以下に示すモデルについて再推定を行った。

1) 再推定し総台キロの再推計を行ったもの

旅客推計 全国世帯あたり乗用車保有率モデル (p71-73)

2) 再推定のみを行ったもの

貨物推計

鉱産品 平均輸送距離モデル(営業用普通貨物車) (p.112)

雑工業品 貨物輸送原単位モデル(p.85) 平均輸送距離モデル(営業用普通貨物車) (p.112)

軽工業品 貨物発生原単位モデル(p.85)

廃棄物輸送トン数推計モデル(p.85)

B

C.定数項補正 予測にあたっては 1999 年を基準年として、この時点におけるデータと予測値が一致するように定数項補正がなされている。このような処理はほとんどすべての予測において行われているが、その根拠についても、いかなる形で補正を行うべきかについても合意があるわけではなく、その妥当性の検討も行われていない。今後、基準年の取り方と定数項補正のあり方についての検討が必要である。

A

3 推定結果に対する評価：現推計値の推計プロセスでは様々な推定が行われているが、決定係数、t 値、誤差項における系列相関の有無などの推定結果からみて、結果が良好なもの、良好とはいえないが許容可能なもの、改善が必要なもの、改善を試みても改善しないケースがあった。ここでは一部の良好とはいえないものについて再推定を行ったので、その結果を例示する。(参考資料 - 4)

- ・良好ではないが許容 軽工業品 貨物輸送原単位モデル
 R^2 .335 DW 1.410
- ・系列相関修正を行い改善 廃棄物輸送トン数モデル
 R^2 .14 .33 DW 1.070 1.755
- ・改善しないケース 雑工業品 平均輸送距離モデル(営業用普通貨物車)
DW 0.32 系列相関修正の結果説明変数が有意でなくなった。(現況値固定を推奨)

注 2：DW (ダ-ビンツの統計量) は、系列相関の指標で 0 から 4 の値をとり、2 に近い程良い。(参考 1 参照)

なお、以上の例示に示す対処方針の基準は以下の通りである。すなわち、適切な推定モデルの選択、誤差項の系列相関修正などの改善努力を、すべてのモデルにおいて、継続的に行うことが重要と考える。そして、系列相関、決定係数、t 値、係数の符号などに関して許容しがたい推定結果となる場合は、現況値を固定した予測を行う方が危険が少ないと判断する。本来、係数の t 値が一定の水準以上(通常 5%)で有意とならない場合、係数が 0 であるという帰無仮説を棄却できないので、その係数に対応する変数を、将来予測に用いるのは危険である。但し、データ利用の制約もあるので、合理的理由により係数の符号が確定できる場合は、片側 10%で有意となることが最低条件であると判断した。また、 R^2 が低い推定式による予測は精度が低いことに配慮し、最終的な推計結果に対して大きな影響を与える変数については、信頼区間に基づくいくつかのケースについて推計を行うことが望ましいと考える。

A

4 旅客に関する再推計値（参考資料 - 1、参考資料 - 2、参考資料 - 3）

A.現時点で利用可能なデータをすべて利用した再推計を行ったもの

- ・性別年齢階層別の人口当たり就業者数モデル (p.36,37)

ただし、再推定では、推定結果が良好でなかったため、現況値固定ケースを再推計

- ・地域間発生原単位モデル（観光等目的原単位モデル） (p.33,34)

観光等目的原単位に対する1人当たりGDPの係数が、「交通需要推計 11月」の値に比べて、男性では1/2(0.000153)、女性では2/3(0.00030)となった。

B.誤差項の系列相関を修正した再推計を行ったもの

- ・全国世帯当たり乗用車保有率モデル（全国） (p.71-73)

世帯当たり乗用車保有台数に対する免許保有率（対数）の係数が、資料該当ページの値に比べて、東京・大阪では約10%、その他都道府県では約20%小さくなった。

- ・地域間発生原単位モデル（観光等目的原単位モデル 男性） (p.33,34)

男性の推計について系列相関修正を行った。修正前との比較は以下の通り。

R^2 0.361 0.516 係数 0.000153 0.000129 DW 0.885 1.198

C.今回指摘事項に基づく再推計値と現推計値(中位ケース)

再推計値と現推計値の関係（表1）を、2020年時点で整理すれば、以下のようになる。

- ・世帯当たり乗用車保有比率の再推計による乗用車走行台キ口の減少率は0.7%である。
(なお、乗用車保有台数合計は全予測期間でほぼ5%減少する。cf. 参考表)
- ・人口当たり就業者数を現況値に固定した場合、2020年で乗用車走行台キ口は0.2%増加するが、総人口をコントロールしており、本来大きな影響は与えないと思われる。
- ・地域間観光原単位の再推計は、観光トリップの比率が低い(3%程度)にもかかわらず、乗用車走行台キ口を2020年で0.4%程度減少させている。

D.全体評価

乗用車保有比率、人口当たり就業者比率、観光原単位をすべて修正した後の再推計値は、原推計値(中位ケース)に比べて2010年で0.8%、2020年で1.1%、2030年で1.5%、2040年で1.6%、2050年で2.0%乗用車走行台キ口を低くした。しかし、この再推計値は、指摘した事項のすべてを反映した再推計値ではない。系列相関等の問題があるモデルの再推定と、その結果を反映した感度分析を行わない限り、総走行台キ口に対する各変数の効果を把握することは困難である。従って、提言に示すように、必要なモデルについては再推定が望まれる。

提言

1. 推計の基礎的條件の整備が必要

今回の推計は、従来に比べてよりきめ細かい推計を試みており、その姿勢は継承されるべきであり、その内容を一層充実させるべきであると考え。そのためには以下のような条件が整備される必要がある。

C

各種交通施設整備構想などの政策シナリオと GDP、人口、地域別社会経済指標などの基礎的なマクロ変数の予測値が与えられることが必要である。また、そのマクロ変数の予測値について、その妥当性を予め検討しておくことが必要である。この作業は、政府の各部門で予測を行うに当たって必要となるので、政府の共通した当面の予測値を提示しておくことが望ましいと考える。

E

また、マイクロ・マクロの基礎的データの整備、基礎的調査の一層の充実、及びそれらのデータの効率的利用を図るべきである。例えば、PT 調査、自動車OD調査等を有機的に結合したデータベースの作成・蓄積、地域別・性別・年齢別・就業別人口などの基礎データの整備が必要である。

さらに、地域間発生原単位モデル（観光等目的原単位モデル）などでみられたように、推計開始時点でのデータに基づく推定値が、最新のデータに基づく推定値と大きく異なることがあるので、その時点で利用可能なすべてのデータを用いて、推計を更新していくことが必要であり、そのような更新を可能とするシステムの構築が望ましい。

F

2. 系列相関処理のマニュアル化

今回作業の特徴の一つは、時系列分析による原単位をはじめとする各種モデルの推定にある。そのパラメータ推定に当たり、決定係数やt値などは考慮されているが系列相関を考慮していないために、係数が過大、過小、不安定になっている場合が見られた。上記 I で示したように、系列相関を考慮すると、係数の安定度も適合度も飛躍的に上昇する可能性があるため、全ての時系列推定において、系列相関の有無の判定、及び必要に応じた系列相関修正を、作業マニュアル化することを推奨する。（参考 I 参照）

3. モデルの構造について

モデルの構造方程式に関してはさまざまな見解があり、正しいモデル構造というものも存在するとしても、提示することは困難であると考え。しかし、今回の再推計シミュレーションで判明したことであるが、乗用車保有台数と乗用車走行台キロの間の感度が低すぎるような印象を受けた。この点については、両者共に重要なモデル出力であるので、モデル構造の再検討が必要であろう。

参考1 誤差項の系列相関について

例えば、変数 y の動きを変数 x の動きで説明するため $y_t = \alpha + \beta x_t + u_t$ という回帰式を設定し、 α, β を最小二乗法で推定したとする。この場合、 u は、 y の動きのうち x で説明できない部分であり、誤差項（攪乱項）と呼ばれる。

時系列データで最小二乗法を行う前提条件の一つは、時点の異なる誤差項の間の相関が 0 であることである。これに対して、時点の異なる誤差項の間の相関が 0 ではない場合、誤差項に系列相関があるという。

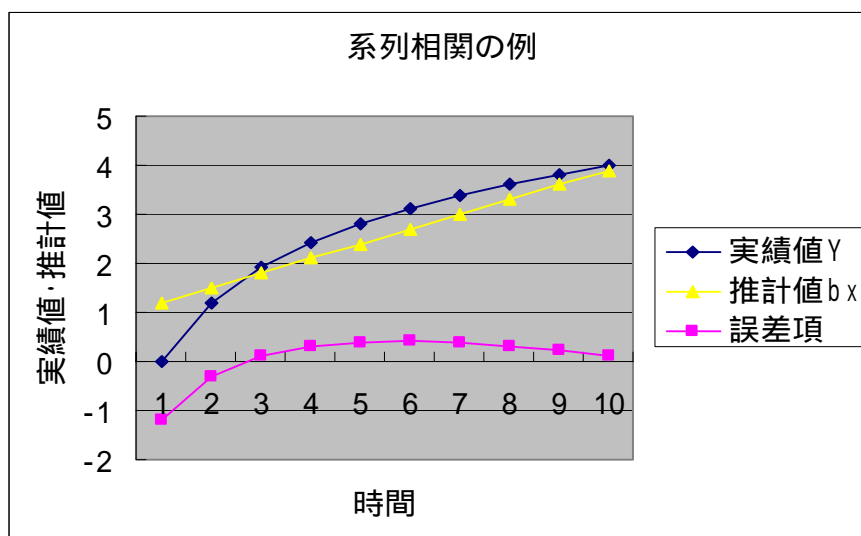
系列相関とは、今日起きた x では説明できない y の動きが、明日の x では説明できない y の動きに影響を与えるということである。（例 ワインの需要を価格と所得で説明したとする。ある年からボージョレヌーヴォーが大ブームとなり、翌年以降もそのブームが続いたとすれば、これは、価格と所得で説明できない要因が何年も持続したということであり、推定上は、誤差項に系列相関が発生している状況である。）

誤差項に強い系列相関がある場合（例えばダービンワトソン統計量 DW が 0.3）

通常最小二乗法で推定結果 = 決定係数 R^2 、 t 値、推定された係数の値などは、信頼性が低いものとなる。（ヌーヴォーの大ブームは、価格と所得が同じでもワインの購入量が以前より増えるということであり、その変化の前後を同一とみなして、最小二乗推定した価格・所得の係数は、妥当な値とならない可能性が高い。）

下図は、変数 Y を x に回帰し、傾きを b と推定した場合を簡略に図示したものである。誤差項のプロットが、このように滑らかな波を描く場合が、典型的なプラスの系列相関であり、この図の場合は、傾き b は過大推定となっている。

マクロ時系列データの推定では、系列相関が生じやすく、その推定結果を将来予測に用いる場合は、通常以上に系列相関に対する注意を払うべきである。また、いくつかの再推定の結果からも明らかなように、簡単な系列相関修正で、推定結果が大きく改善するケースも多いことを認識すべきであろう。



参考2 免許保有率の影響について

免許保有率の影響について、参考資料 - 6 による現推計値(中位ケース)と当初推計値(7月18日委員会提出)の感度分析の説明を受けた。当初推計と現推計は、次の3点で異なる。

1. 免許保有率の最大値 (Rate Max) 95% 88%
2. 将来失業率の設定
3. 予測基準時年 1990年 2000年

乗用車走行台キロについて、現推計値を1とした場合、当初推計値と、上記2., 3. を現推計と同じ条件とし Rate Max のみ 95 とした推計値は、以下のようになる。

年	2020	2030	2050
当初推計値 / 現推計値	1.040	1.056	1.086
1. のみの変更(Rate Max = 95 のみの効果)	1.010	1.020	1.038

したがって、当初推計と現推計の乖離に対する Rate Max=95 の寄与率 (Rate Max=95 のみの効果による乖離 / 当初推計値と現推計値の乖離) は、25%から40%程度である。寄与率は時間を追って増加しているが、予測期間内では他の要因の寄与率が相対的に大きい。

G

なお、女子30 - 34歳では2001年に保有率が89%となっているので、この年齢階層で女子の Rate Max を推計すれば、90%程度になるとと思われる。

森杉、井上、上村の個別コメント

【森杉 壽芳】

1. これまでの推計値の予測精度：20年、15年、10年、5年後の予測値である2000年でみると9、10、11、12次五計では全て旅客は過小、貨物は過大となっている。合計では9、10次が過小、11次の中、12次が過大となっている。今回のモデル開発においてこのような傾向が補正されているか否かの検討が望まれる。この要因分析は報告書でも行われているが当該要因となったモデルにおける過大または過小となった原因そのものまでの分析がほしい。
2. 生成原単位分析：生成交通予測における主要な焦点の1つは発生源単位である。過去の発生源単位のクロスと時系列をプールしてその変化の要因分析を試みるとこのモデルのコア部分である発生源単位の変化や予測に対する精度に関して様々な知見が得られるのではないかという印象を受けた。

D

3. 分担率モデルと同時決定モデル構築：今回の予測モデルにおける各種の改良のなかではトリップエンド型の分担率モデルが精緻化されたと考える。しかし、その説明変数には、将来予測が著しく困難な変数や保有率と分担率などのように本来同時決定すべき変数を含んでいる。もう少し説明変数を減少して同時決定型のモデル構造にすることを検討することが望まれる。
4. ミクロ経済学的アプローチと評価への適用：このモデルは需要予測とともにマクロ道路政策（場合によっては総合交通政策）の効果分析にもそのまま使うことが考えられる。当面の予測作業に対しては現在のモデルを続ける意外にないが、平行して、動的な応用一般（不）均衡分析のフレームづくりとその計算試行をすることにより、より経済理論に基づく予測に加えて政策評価を行うことができるモデルの開発の検討が望まれる。

【井上 徹】

1. 推計・推定上の問題

本推計は、従来の交通需要推計からは一步踏み込んだものといえよう。特に旅客推計において、地域・年齢・性別・免許保有などの属性ごとの違いに配慮すると同時に、社会経済の構造変化に対応しうる時系列推計を組み込んでおり、このような推計の基本思想は継承されるべきものとする。

その一方、本推計は、従来の推計であまり意識されてこなかった推計・推定上の問題を含んだままである。以下、推定・推計上の問題点を挙げる。

- ・ 誤差項の系列相関に対する配慮（ 交通需要の検討結果，参考 ， 提言2．参照）

B

- ・ 定数項補正（現況値補正）

本推計（現推計）では、免許保有率以外のすべての変数で定数項補正（現況値補正）が行われている。定数項補正は、本来行うべきでないとする。定数項補正が必ずしも誤りではない場合はあるが、それはいかなる場合にも行ってよいということではない。

定数項補正を行うならば、1) 事前に定数項補正を行う場合の判断基準を定め、2) それを明示し、3) その判断基準に照らして補正を行うべきであろう。

また、その場合も、少なくとも、最終的な推計結果に大きな影響を与える変数については、定数項補正前、定数項補正後の双方の値を示すべきである。

D

- ・ 同時方程式バイアス（内生変数と外生変数，先決変数）

同時方程式バイアスとは、参考 の例でいえば、誤差項 u と説明変数 x に相関がある場合、最小二乗推定された x の係数がバイアス（偏り）を持つことをさす。同時方程式バイアスの問題については、モデルの理論的構造と関係するので、 u と x では触れなかったが、推定上の問題としては、系列相関より遙かに深刻な問題である。なぜなら、同時方程式バイアスが存在するならば、最小二乗推定された係数は一致性すら持たないからであり、この場合は、係数の大きさはもちろん、符号すら信頼できない。

例えば、今回再推定を行った世帯あたり乗用車保有台数モデルは、免許保有率を説明変数として通常の最小二乗法で推定している。これは、「免許の保有が乗用車の保有を決める」というモデルである。しかし、免許の保有・取得と乗用車の保有は同時決定である場合や、乗用車の保有が免許の取得を促す、という逆の因果関係も十分考えられる。乗用車を1台買い増したので（誤差項 u ）、家族が新たに免許を取得した（説明変数 x の変化）ような場合である。この場合、 x と u が相関を持つので、同時方程式バイアスが存在する可能性が高い。他の推定（例 交通機関分担率モデル）でも、同時方程式バイアスの存在が疑われる変数を含むものがみられ、この点についてはほとんど考慮されていないと思われる。

・地域別人口の想定(p.42)の推計は、理論上は、SUR (Seemingly Unrelated Regression 見かけ上相関のない回帰) を用いた方が効率的であろう。

D

2. モデルの理論的構造について

・ 乗用車保有台数について

本推計においては、免許保有率がまず推計され、その免許保有率に基づいて乗用車保有台数が推計され、乗用車保有台数は、自動車の交通機関分担率を説明する変数として乗用車走行台キロに影響する、という構造となっている。推計としてはやむを得ないこととも思われるが、この決定関係の現実的妥当性を検討すべきであろう。

・ マイクロ・ファウンデーション、及び内生変数と外生変数、先決変数

この推計に限らず、従来の推計に共通することであるが、違和感を覚えるのは、同時決定、もしくは決定関係が逆とも思える推定式がみられることである。このことは、経済学でいうマイクロ・ファウンデーション(ラフにいえば、経済主体の意思決定に基づく変数間の関係)が不明確であるか、あまり考慮されていない、という違和感といってもよい。

この点は、重要な問題であると考え。例えば、価格変数の重要性は、最近より高まっていると考えるが、マイクロ・ファウンデーション的な視点を持たない限り、明示的に推計に加えることは困難であろう。

推計全体をカバーする統合的なモデルを提示することは困難であり、またそのようなモデル自体が構築できるかどうかすら今後の研究を待たなければならないことであるが、現実的な意思決定における変数の決定関係を考慮した推計が必要であると考え

る。

また、理論的な意思決定モデルや最適化モデルがないとしても、同時決定と考えられる変数(その意思決定問題における内生変数)については、同時方程式バイアスを考慮した推定を行うべきであろう。その場合には、その変数が決定される際の外生変数、もしくは先決変数について検討し、通常の方法を行うのであれば、説明変数として外生変数、もしくは先決変数を選択すべきである。

【上村 淳三】

E

旅客交通需要の推計にあたって、地域内、地域間両方の需要予測に各種属性別人口に発生原単位を掛ける方式がとられている。旅客交通需要の大半を占める地内発生原単位の推計にはさらに、平日・休日別、地域別、個人属性別などに分けた人口に同じ属性別発生原単位を掛けるなど、すべての旅客交通需要について、その規模と配分両面での推計の基本になっているのが発生原単位である。その原単位は、10年に一度行われるパーソントリップ（PT）調査で決められる。

PT調査を基礎にした旅客交通需要から、乗用車分担率モデルを通じて乗用車走行台キロが推計される。一方で、人口とGDP（国内総生産）の予測値から、主としてトレンド推計によって、全機関旅客輸送人数、乗用車旅客輸送人数を通じて乗用車走行台キロが推計される。両系統で推計された乗用車走行台キロが調整されるとは言うものの、通常GDPを通じた予測のズレが大きいとみられることから、旅客交通需要の規模、内容がPT調査によって左右されることは否定できない。

PT調査は、首都圏30万世帯、全国98都市のそれぞれから500世帯を無作為抽出するなど大規模なものであるが、それだけに標本抽出誤差の数倍に達するとみられる実査誤差（調査会社の体質、調査票の不備、調査員のチーティングなど、標本抽出誤差以外のすべての誤差。一般に調査標本数が多くなるほど大きくなる）の影響は大きい。旅客需要の規模自体が、調査誤差（標本抽出誤差と実査誤差の合計）の支配下にあるといっても過言ではない。問題は調査誤差を抑制する手段がとられていないことにある。完全な方法はないが、調査結果のクロスセクション分析を蓄積することで異常値をチェックする例は広く使われている。地域間または前時点と比べた分析結果の急激な変化は、調査誤差の存在を疑わせ、誤差縮小の機会を与えるからである。

またクロスセクション分析の強化は、需要予測のミクロ的基礎を強化するのにも役立つと思われる。一例をあげると、今回運転免許保有率の推計が問題になったが、より基本的に需要予測の本質に関わるのは、免許保有者がどれだけ実際に運転をするかであろう。高齢者ほど免許を持っていても運転しなくなるし、女性ほどペーパードライバーが多い。その傾向は都市部ほど強くなることが予想される。

現在この種のデータはないが、こうしたデータの蓄積と公開が需要予測の正当性を実感させるのに役立ち、予測精度を高めるミクロデータとしても活用できることになるだろう。また免許保有者の運転率（非ペーパードライバー率といってもよい）の変化による交通需要への影響は、すべてPT調査に基づいた発生原単位に反映されることになっているが、それはあくまでPT調査が完全で誤差がないことを前提にしている。誤差のない調査はありえないことを指摘したい。