

交通需要予測手法による地域計画

(一社) 海外鉄道技術協力協会 浅見 均*
(株) ドーコン 小美野 智紀

1. 研究の背景と目的

交通需要予測は四段階推定法に依るのが一般的である(四段階推計法と表記される場合もある)。四段階推定法は1950年代にアメリカで開発された交通需要予測手法で、日本はもとより全世界的に利用されている。

四段階推定法の枠組は、対象地域をゾーニングし、1) 発生・集中、2) 分布、3) 交通機関分担、4) 経路選択の四段階で交通量を推定する手法、と表現することができる。

四段階推定法の最大の特徴は、上位の交通量予測値が下位交通量予測に配分されていく(下位の交通量は上位の交通量予測値にコントロールされる)という点にある。即ち、生成交通量(総交通量)→発生・集中交通量→分布交通量→交通機関別分担交通量→交通機関・経路別交通量という段階を経て交通量は予測され、上位予測値は下位予測値合計に一致する。以下、これを「コントロール・トータル」と呼ぶ。

上記理論的枠組の解説はさまざまな文献・研究に散在している。ところが、世界的に幅広く普及している手法であるにもかかわらず、四段階推定法の定本となるテキストは稀少である。その数少ない一つが森地ら[12]だが、一般の読者は土木工学が交通計画を包含するとの認識が薄いため、四段階推定法をキーワードに本書を探し当てるのは決して容易ではないと思われる。

このような状況に起因してか、四段階推定法に関する誤解は決して少なくなく、議論の紛糾を招く事例もまた珍しくない。本論文では、四段階推定法による交通需要予測手法(ならびにその結果)をレビューするとともに、交通需要予測手法活用の新しい方向性——交通需要予測手法による地域計画——を提案する。

2. 四段階推定法に関するレビュー

2.1 交通需要予測批判の経緯

交通需要予測は交通プロジェクトのFeasibility評価を行うため、すなわち当該プロジェクトの需要を定量的に算出し、財政スキームが成立するか否かを判断する評価手法として用いられてきた。更にその後、社会的便益評価の基礎理論となるなどの発達・発展を遂げている。

対象が何であれ予測に精度が求められるのは当然だが、交通需要予測手法の精度向上が求められた要因の一つに、所謂「無駄な公共事業」批判に対応を迫られたことは、特記する意義があるといえよう。当該プロジェクトの需要(利用者数など)が予測を下回ると、マスコミ報道が批判一色となる例は決して珍しくなく、特に2003年前後に展開された批判には厳しいものがあつた。

交通需要予測批判の典型例は沖縄都市モノレール(ゆいレール)開業に関する報道で、需要予測値と開業直後の実績に関して「一日当たりでは31,314人。需要予測に36人届いていない」(沖縄タイムス[14])と、約0.1%に過ぎない差をあげつらう記事まで提供された。

もう一つの典型例は川崎縦貫高速鉄道整備の事前評価である。この市民部会による評価は、客観的評価の体裁を採りながら、実は評価者の主観(思いこみ)を拠りどころとする、理論なき指弾のようなものだった。この種の支離滅裂な批判——というよりむしろ難詰——が受容された理由は定かでないが、市民から厳しい交通需要予測批判が展開された時期があつた事実は認識しておく必要がある。

交通需要予測の信頼性、とりわけ予測値と実績の乖離については学会・専門家にも問題意識が共有されるようになり、土木学会誌[4]の特集では13名の著者により交通需要予測の課題が論じられた。

同特集に寄稿した屋井は交通需要予測研究の第一人者であり、交通需要予測不信に関しても論じ[23]、かつ市民の意識を構造化して分析し集大成した[24]。

交通需要予測批判とその対応が上記の如く展開されたにもかかわらず、交通需要の予測値と実績の乖離を事後に定量的分析を加え、かつ公開・公表したものは稀少である（森川ら[13]、埼玉高速鉄道検討委員会[16]、運輸政策研究機構[22]等）。また、これらは「予測値と計画値の『分離』（屋井[23]）、「逆算して将来人口を求めたのではないかという疑念」（大西[15]）等には触れていない。

2.2 ゾーニング細分化による交通需要予測精度向上

前項に記したとおり、日本には交通需要予測手法の精度向上を求める社会的要請が存在していた。交通需要予測手法の精度向上はさまざまな断面で図られているところ、本論文ではゾーニングの細分化に着目する。

ゾーニング細分化が進行中の基礎データの一つに全国幹線旅客純流動調査[11]が挙げられる。そのゾーニングは1990年実施の第1回調査では都道府県単位で、北海道のみ4分割した50ゾーンであったところ、1995年実施の第2回調査から全国207生活圏ゾーンに細分化されている。

更に有用な基礎データは、国勢調査地域メッシュ統計四次メッシュ（以下500mメッシュ）人口データと国土数値情報土地利用細分メッシュデータ（以下100mメッシュ土地利用データ）である。これは入手容易なオープンデータであり、しかも同一様式で全国を網羅しているため価値が高い。

これら基礎データは標準地域メッシュにより共通コーディングされているとともに、国内の地理情報標準であるJPGISに則るデータであり、コンピューター環境の改善やGISエンジンの高度化もあり以下に示す基礎理論とともに発達・発展を遂げつつある。

首都圏の交通需要予測は、稠密に発達したネットワーク、多様化する目的地・交通機関選択等に対し、従前の最小ゾーンは、広く利用されている東京都市圏パーソントリップ調査では夜間人口15,000人を目安とした地域計画レベル（小ゾーン）、さらに小さいスケールでも町丁目または1kmメッシュで、ゾーニングの粗さに関する問題が顕在化していた。内山[21]、日比野[6]は500mメッシュ人口データを100mメッシュ土地利用データに配分、これを最少ゾーンとし、更に地図データを基礎とする道路ネットワークから端末交通毎の駅アクセス利便性を考慮した統合型交通行動モデルを構築し、交通需要予測精度の向上を図った。この基礎理論から実用化された交通需要予測ツールが佐藤ら[18]である。

2.3 潜在需要顕在化の取扱

交通需要予測に関してはもう一点、重要な論点が存在する。それは潜在需要の顕在化である。

新しい交通サービスが提供され、移動に伴う一般化費用が低減すると、（総）需要が伸長するという社会現象は一般的に認められている。しかしながら、潜在需要の顕在化は定性的に論じられることが多く、理論的・定量的枠組が堅固に構築された評価は、MD（Modal Demand）モデル実用化まで待たなければならなかった。

これに類似した構造の交通需要予測モデルとしては、下位モデルのログサム効用値が上位モデルの変数としてとりこまれ、ゾーン間の移動にかかる一般化費用変動が発生・集中交通量に訴求する構造のものがある。この種の交通需要予測モデルを用いた東海道新幹線不通時社会的損失の分析では、東京一名古屋間不通という極端な仮定を置いて、全国・全目的での発生・集中交通量減少は4.2%と算出された（浅見[1]）。すなわち、交通サービス水準変動に対して、（総）需要変動の感度は限定的であると理解できる。

しかし、交通サービス水準変動に対する需要変動の感度、ならびにコントロール・トータルを考慮しない調査・研究も散見される。例えば、グラビティ・モデルを過信するあまり、当該OD間総交通量26%増という結果を導いた調査（北海道経済連合会[8]）は、発生・集中交通量、分布交通量をコントロール・トータルとしておらず、

所謂「最良の引き倒し」を体現するが如き誤りを犯していると指摘しなければならない。

日本地域学会においても、潜在需要顕在化を主題とする研究が近年幾つか見られる。斎藤ら[17]は福岡市七隈線開業、源野ら[5]はLCC就航による、それぞれ潜在需要の顕在化について論じている。この論点については次項にて改めて論じる。

2.4 交通需要予測の社会的ニーズの変化

今日の日本では、幹線・都市交通ネットワークとも、骨格となる部分はほぼ概成した。少なくとも短中期的には、全く新規の大規模交通プロジェクトが検討の俎上にのぼる状況はまず考えられない（新規プロジェクトに見えても長年の検討を経ている事例が多い）。無垢の地図上にフリーハンドで線を引くが如き、新規性の高い交通プロジェクトが存在する可能性はごく稀少で、すなわち、Feasibility 評価に関する交通需要予測の社会的ニーズは縮小傾向、と考えるのが妥当であろう。

その一方、交通市場が成熟するなか、新規交通サービスの市場参入（または交通サービス水準の変動）が社会にどのようなインパクトを与えるか、潜在需要顕在化（＝発生・集中交通量の伸長）に関する調査・研究の重要性は更に増していくと考えられる。さらに、生活道路への交通規制、自転車交通の拡大、公共交通と道路交通の連携など需要そのものの変化を促す可能性のある新たな交通政策の拡大も生じている。

ただし、これに関する議論においてコントロール・トータルを交通流動のみに限定するのは危険である。交通サービス水準変動が劇的であればあるほど、その危険は大きくなる傾向を示すはずである。源野ら[5]を例とすれば、LCC新規利用者層の交通行動は、他の交通行動の代替となっている保証がない。可処分所得の増、可処分時間の増、交通以外の行動抑制などがLCC利用の原資となっている可能性があり、その場合のコントロール・トータルは交通流動の統計データでは把握できない。

上記の利用者行動は、議論の対象としては興味深くとも、実証はきわめて難しい。しかも、この実証なくば、四段階推定法およびコントロール・トータル概念を否定する材料にはなりえない。すなわち、潜在需要顕在化について調査・研究する際には、四段階推定法およびコントロール・トータル概念をレビューしつつ、当該調査・研究の対象となるコントロール・トータルは交通行動以外にも求められる、など何らかの仮定を置いて、議論の紛糾を避ける対応が的確であるように思われる。

2.5 交通需要予測の新しい方向性

交通需要予測に関しては、より精緻な社会的ニーズが表面化しつつある。具体的には、交通結節点などの多様化、複数の交通モードを乗り継ぐ交通ネットワーク形成に伴う利用者行動の予測、シェアサイクル・カーシェアリングやコミュニティバスといった狭い範囲を対象とした利用者行動の予測などである。ここで前者はI I A特性（Independence from Irrelevant Alternative：所謂赤バス青バス問題）とも関連し、交通需要予測では古くから探求されてきた課題であり、近年では日比野ら[7]、柴田ら[19][20]の成果がある。

これらの調査・研究に関しては、人口データ・土地利用データを活用した方向性が既に展開されつつある。前述した内山[21]、日比野[6]のほか、浅見・小美野[2][3]は、500mメッシュ人口データと100mメッシュ土地利用データを用い、駅圏人口推移と駅毎乗降客数推移を組み合わせ分析し、地方鉄道経営再建事例の研究を行っている。浅見・小美野[2][3]に交通需要予測を採り入れれば、鉄道計画を策定するにあたり、より有用な代替案の評価が（事前・事後とも）容易になると考えられる。

浅見・小美野[3]は都市計画と地方鉄道経営再建の連携についても論じている。全国的な人口減少、高齢化の深度化が進むなか、都市鉄道や幹線鉄道でも、都市計画と連携しなければ、十分な水準の利用者数を確保できなくなる懸念がある。この観点においても、人口データ・土地利用データを活用した交通需要予測は重要である。

3. 交通需要予測手法を用いた地域計画の提案

3.1 総論

交通市場が成熟しつつある現下の日本において、交通需要予測手法に如何なる社会的ニーズがあるか。その可能性を以下に挙げてみよう。

交通機関を主体として考えれば、所要時間短縮、運賃値下げ等、サービス水準変動のオプションに対する需要変動評価をまず挙げられる。これは既往評価の延長線上にあり、伝統的なやり方といえるが、各交通機関のマネジメントに外部からコミットできなければ社会的意義が減殺するおそれがある。

ここで視点を交通機関から沿線地域に移してみると、交通需要予測手法に新しい可能性が見えてくる。各交通機関のサービス水準変動のみならず、端末交通のサービス水準変動、あるいは交通サービス結節改善等まで含めた評価を行い、その結果を地域計画に反映させる方向性である。すなわち、交通プロジェクト（サービス水準変動オプション）の Feasibility 評価を基礎として、地域計画を策定していく手法の提案である。

3.2 交通需要予測手法を用いた地域計画に必要なツール

交通需要予測手法を用いた地域計画において、必要と考えられるツールは以下のとおりである。

- ・人口データと土地利用データ（ないしこれを類推しうる客観データ）
 - ※現在の日本では500mメッシュ人口データと100mメッシュ土地利用データが最小単位
- ・実距離と実所要時間を反映した交通ネットワークデータ
- ・複数交通モード乗継を考慮した高精度の需要予測モデル
- ・短時間でアウトプットを得られる需要予測プログラム

3.3 データの動向

わが国においては地理情報標準プロファイル（JPGIS）に基づく全国レベルのオープンデータとして、国土交通省国土院により国土基盤情報、および同省により国土数値情報が整備され広く利用されている。

オープンデータ化の動きは地理情報データにとどまらず、交通の利用・運用状況データの公開も進んでいる。例えばイギリス・ロンドンでは、Transport For London（ロンドン市交通局）により鉄道・バスの運行状況、コミュニティサイクルの利用状況のデータがリアルタイムで公開され、情報提供アプリケーション等で活用されている。日本でも東京地下鉄（東京メトロ）の運行状況のオープンデータ提供が開始されている。

このようなオープンデータの利活用によって、リアルタイムのトリップ把握が可能となるなど、交通計画分野での利用も期待できる。

3.4 モデルケース

上記ツールを含む交通需要予測手法を用いて、例えば以下のような地域計画策定支援を行うことができる。

- 1) A鉄道のサービス水準を変動させた場合、A鉄道都心に向かう利用者をターゲットにした、B駅付近の新規住宅供給のあり方の検討。
- 2) C駅を中心として100mメッシュの人口分布を見た場合、そのパターンに応じた端末交通手段整備、または再開発方針の検討。
- 3) 統計データ未整備地域において、衛星画像から人口分布、交通ネットワーク分布等を読み取り、交通計画と当該地域（再）開発計画を並行して策定。
- 4) 生活道路へのゾーン規制導入に対する受け皿となる交通手段提供のあり方、自転車ネットワーク整備による効果測定手法の検討。

4. まとめ

本論文では、交通需要予測手法の今後に関し、中長期的な社会的ニーズから、潜在需要顕在化と地域計画策定への展開という二つの方向性を提示した。前者は、明確な解を示すことは困難であることを前提とし、調査・研究とこれに伴う議論を整頓する考え方を示した。後者は、交通需要予測手法と人口データ・土地利用データを活用した、地域計画策定の提案である。

もともと、交通需要予測手法による地域計画は、筆者らの独創とはいえない。所謂「コロンブスの卵」の如きものであって、交通機関を主体とする限り、既に多数の先行事例が存在している。これら先行事例は、人口データ・土地利用データ等を先進的に活用し、高い社会的意義を有し、社会貢献を果たしている。その一方で、理論構築が追いついていないきらいがあり、かつ地域計画を主体とする発想には至っていない。交通機関と地域計画との関係において、地域計画が主体となる方向性となるよう、本論文が発想転換の一助となれば幸いである。

また、本論文は図表をまったく省き、総論および概念の提示に敢えてとどめており、具体的イメージをつかみにくい構成としている。今後は総論・概念を補強しつつ、ケーススタディを実施し、具体的な手法を明示できるようにしたい。

最後に、本論文は筆者らの私的研究に基づくものであって、文責は全て筆者ら個人に帰属しており、それぞれの所属組織の立場・意見等を代表するものではないことを明記しておく。

参考文献

- [1] 浅見均, “代替ルート構築によるリンク途絶時の社会的損失緩和——東海道新幹線を例として”, 『運輸政策研究』, Vol. 7, No. 2, 2004年夏
- [2] 浅見均・小美野智紀, “地方鉄道の経営再建に関する事例研究——和歌山県貴志川線を例として”, 『地域学研究』, 第43巻, 第4号, 2014年3月
- [3] 浅見均・小美野智紀, “高松都市圏における地方鉄道経営再建に関する事例研究”, 第50回日本地域学会年次大会研究報告, 2013年10月14日
- [4] 土木学会誌, “交通需要予測特集”, 2003年7月
- [5] 源野雄輔・斉藤優太・東本靖史・鈴木聡士, “LCC就航による誘発需要推計モデルの開発”, 第50回日本地域学会年次大会研究報告, 2013年10月14日
- [6] 日比野直彦, “鉄道利用者の交通行動に焦点をあてた都市鉄道計画のための分析手法に関する研究”, 東京理科大学学位論文, 2004年3月
- [7] 日比野直彦・兵藤哲郎・内山久雄, “高密度な鉄道ネットワークへの実適用に向けた非IIA型経路選択モデルの特性分析——改良型C-logitモデルの提案”, 『土木学会論文集』, No. 765/IV-64, PP131-142, 2004年
- [8] 北海道経済連合会, “北海道新幹線札幌延伸に伴う効果と地域の課題”, 2006年7月
- [9] 川崎市, “川崎縦貫高速鉄道線整備事業に関する検証結果”, 2003年4月
- [10] 川崎縦貫高速鉄道線研究会市民部会, “川崎縦貫高速鉄道線提言書——効率的で採算性のとれる事業を目指して”, 2002年10月
- [11] 国土交通省, “全国幹線旅客純流動調査”, 1990年(第1回)～2010年(第5回)
- [12] 森地茂・山形耕一編, “交通計画”, 『新体系土木工学60』, 1993年
- [13] 森川高行・永松良崇・三古展弘, “新交通システム需要予測の事後評価”, 『運輸政策研究』, Vol. 7, No. 2, 2004年夏
- [14] 沖縄タイムス(夕刊), “都市モノレール2月も予測割れ”, 2004年3月1日
- [15] 大西隆, “千葉都市モノレールにおける需要予測の罪と罰”, 『土木学会誌』, Vol. 88, No. 7, 2003年7月
- [16] 埼玉高速鉄道検討委員会, “埼玉高速鉄道の延伸及び経営に関する提言”, 2005年2月7日
- [17] 斎藤参郎・山城興介・中嶋貴昭・五十嵐寧史, “地下鉄開通による都心への経済効果の予測”, 『地域学研究』, 第37巻, 第3号, pp841-854, 2007年12月
- [18] 佐藤政季・蓼沼慶正・浅見均・小泉啓・中村英夫, “GISを活用した交通計画支援システム「GRAPE」の開発”, 土木学会2002年技術開発賞
- [19] 柴田宗典・奥田大樹・武藤雅威・鈴木崇正, “旅客の嗜好性と選択肢の選別プロセスを考慮した幹線鉄道の分担率推定手法の開発”, 『運輸政策研究』, Vol. 17, No. 1, 2014年春
- [20] 柴田宗典・奥田大樹・鈴木崇正, “交通機関の乗り継ぎを考慮した幹線鉄道の需要予測モデル”, 『RTRI REPORT』, Vol. 28, No. 4, 2014年4月
- [21] 内山久雄・日比野直彦, “アクセス交通を考慮した首都圏鉄道計画へのGISの適用”, 運輸政策研究, Vol. 2, No. 4, 2000年冬
- [22] 運輸政策研究機構, “需要予測手法の改善と活用方策に関する調査報告書”, 2005年3月
- [23] 屋井鉄雄, “交通需要予測批判——その解消のため今なすこと”, 第66回運輸政策コロキウム, 運輸政策研究所, 2003年9月16日
- [24] 屋井鉄雄・福田大輔・根橋和也, “交通需要予測不信を巡る市民意識の分析”, 土木学会論文集D, Vol. 62, No. 1, pp131-144, 2006年3月