

## 17 交通行動分析の課題

三 古 展 弘

### 1 交通行動分析とは

人の1日は、朝起きてから、夜寝るまで意思決定の連続であり、一生を通じても意思決定の連続である。朝何時に起きるか、朝食に何を食べるか、何時に家を出発するか、通勤・通学先までどんな交通手段を使うか、といった毎日発生するような日常的な意思決定もあれば、自動車の購入、住宅の購入、進学、就職、結婚、といった非日常的な意思決定もある。このような意思決定に代表される人の行動に関する分析を行うのが行動分析であり、分析の対象を交通に限ったものが交通行動分析である。この意味では、本稿で述べる交通行動分析の議論は、他の行動分析にも適用可能である。例えば、マーケティングにおける消費者行動などの分析にも適用できる。しかし、以下では本稿の主題である交通行動分析に限定して話を進める。

それでは、実際に行われている交通行動分析には、どのようなものがあるのだろうか。交通行動分析を行う主たる目的には、個人の交通行動を理解し、交通施策に対する反応を知り、施策の良否を検討することがある。このような観点からは、これまでも多くの研究事例が蓄積されている。例えば、交通手段選択行動を分析することで、鉄道新線建設時の利用者数を予測し、利用者便益を推計することや事業の採算性を検討することができる。また、都市内道路混雑緩和施策として、自動車市内乗り入れ規制、鉄道への乗り換えを促進するための郊外駅の乗り換え駐車場建設、等を検討し、それらの効果を分析することもできる。この他にも、事故などの交通危険行動を分析することで、交通安全施策を検討することもできる。より大きな観点からは、交通手段選択といった交通行動に加え、自動車保有の選択、居住地の選択、といった関連する行動も含めて分析することもできるし、都市政策、環境政策にまで議論を拡げることができる。

上述のような分析を実際に行う場合には、交通行動を数式等を用いて記述する、交通行動モデルを利用することが多い。交通行動モデルとは、交通に関連する観測された事象を他の関連する要因で表現するものである。特に、1970年代以降では非集計モデルというモデルがよく用いられるようになっている。

本稿では、つづく、2において、交通行動分析（主として非集計モデルを用いた分析）を行うために検討が必要となる事項を説明し、読者がそれらの事項を検討する際に参考となる文献等を紹介する。また、3において交通行動分析の課題をいくつか紹介する。

## 2 交通行動分析のために

ここでは、交通行動分析を行うために検討が必要となる、分析対象の選定、データの収集、モデル、ソフトウェアについて説明する。

### 2.1 分析対象の選定

交通行動分析を行う上で、最も重要なのは分析対象の選定である。何を対象に、どのような目的意識を持って分析を行うか、は以下の総ての基礎となるものである。分析対象を決定するためには、政策的な側面からは現在社会で解決が望まれている交通問題、理論的な側面からは従来の分析手法において改良すべき点、を知ることが必要である。このためには、日常生活で経験する交通問題について日頃から考えること、交通関連の報道に注意すること、交通に関する専門書を読むこと、学術雑誌の掲載論文に目を通すこと、が必要である。学術雑誌には、『土木学会論文集第IV部門（土木学会）』、『土木学会土木計画学研究・論文集（土木学会）』、『交通学研究（日本交通学会）』、『*Transportation Research* (Pergamon)』、『*Transportation* (Kluwer)』、『*Transport Policy* (Pergamon)』、『*Transportation Research Record* (Transportation Research Board, National Research Council)』等がある。

### 2.2 データの収集

交通行動モデルを用いて定量的な分析を行う際になくてはならないのがデータである。データは極めて重要であり、分析目的に合致したデータを入手しなければならない。

データ収集法の1つは、他の研究者や機関が行った既存の調査データを利用することである。最も入手が容易な交通行動データにパーソントリップ調査（PT調査）データがある。PT調査では、個人のある1日の総ての交通行動（移動）に関して、出発地所在地、出発時刻、到着地所在地、到着時刻、利用交通手段とその所要時間、乗り換え地点、移動の目的、同行者人数、などを詳細にたずねている。また、個人の自宅住所、勤務先・通学先所在地、性別、年齢、職業、免許保有、世帯の自動車保有などについてもたずねている。PT調査は日本の3大都市圏においては既に4回の調査が行われ、京阪神都市圏でも、1970、1980、1990、2000年に調査が行われている。抽出率は都市圏人口の概ね3%であり、極めて大規模な調査である。調査の実施主体は通常、国と地方自治体であり、申請手続きを踏めばデータを入手することが可能である。公的機関の行った調査データは比較的

入手しやすいため、他の研究者の論文を参考に利用できそうなデータを検討するのもよいだろう。なお、分析目的に合致した既存データが得られない場合には、独自の調査を実施することや、不十分なデータに対しても分析を行えるよう、分析方法を変更することも必要である。実際、個人情報保護等の観点から部分的にしか公表されていないデータを用いなければならないことも多い。不完全なデータに対して、より適切な分析手法を検討することも重要な研究テーマになっている。

独自調査を実施する場合には、綿密な調査設計が必要である。調査はやり直しをすることが難しいため、少人数を対象とした事前調査も有益である。調査にあたっては、過去に使われた調査票や調査報告書、また専門の書籍が参考になる。調査設計に関しては、例えば、Louviere et al. (2000)を参照されたい。

新しい調査の形態には、GPSなどの通信機器を利用したものがある。個人にGPS携帯を携帯してもらったり、車両にGPS車載機を搭載することで、従来の紙ベースの調査では入手不可能であった時々刻々の位置情報を入手することが可能となる。

なお、理論的側面からのみの分析を行う場合には、調査データではなく、人工的に生成したデータを用いることもできる。調査費用がかからず、多くのパターンのデータを何度も繰り返し生成することが可能である。

### 2.3 モデル

モデルに関して、非集計モデルについて簡単に触れる。非集計モデルとは、集計モデルと対比される概念である。例えば、トリップ(=出発地から目的地までの1回の移動)の分析を行う場合、ゾーン単位(例えば、神戸市は区を単位にして9ゾーンに分割できる)で交通量を集計して分析するものが集計モデルである。一方、非集計モデルでは、トリップをゾーン単位で集計せずに、個々のトリップを直接モデル化する。非集計モデルは、モデルの理論的背景が明快である等のいくつかの利点があり、集計モデルにかわって積極的に利用されるようになってきた。ロジットモデル、プロビットモデルなどが代表的なモデルであり、より一般的なモデルも開発されている。

非集計モデルを学習するための文献には、Ben-Akiva and Lerman (1985)、北村・森川(2002)、土木学会土木計画学研究委員会(1995)、交通工学研究会(1993)が挙げられる。この中でも、Ben-Akiva and Lermanは世界で最もよく読まれている教科書である。また、北村・森川は、近年の研究事例も含めて多くのモデルを紹介している。

### 2.4 ソフトウェア

大量のデータ処理を必要とする分析を行う場合には、コンピュータの利用が不可欠で

ある。単純な集計分析や回帰分析であれば、Excelなどの表計算ソフトを利用することもできる。しかし、モデルを推定する場合には、各種モデルの推定が簡単に行えるようなパッケージ化されたソフトウェアを使うのが便利である。例えば、GAUSS (Aptech Systems), LIMDEP (Econometric Software), TSP (TSP International)等が挙げられる。実際には、各ソフトウェアのマニュアルやサンプルプログラムを検討しながら利用法を習得していくことになる。

これらの事項は、それぞれを個別に判断するのではなく、総合的に判断することが必要である。例えば、利用できるモデルを知らなければ、どのようなデータを入手すればよいか分からないし、興味のある分析対象を分析できるのかも分からない。しかし、このようなことは研究をはじめた当初は分からないことが普通であるから、必要に応じて指導教員の助言を求めることも有益であろう。

### 3 交通行動分析の課題

ここでは、交通行動分析の課題についていくつか紹介する。なお、紙幅の都合もあって、筆者の研究分野に近いものを3つだけ紹介することにし、他の課題については、2.1で紹介した学術雑誌や2.3で紹介した書籍を参照されたい。

#### 3.1 意思決定方略の分析

非集計モデルの定式化においては、通常、線形の効用関数を仮定し、最大の効用を与える選択肢を選択するものとして分析が行われることが多い。このとき、個人 $n$ の選択肢 $i$ に対する効用 $U_{in}$ は、通常、式(1)のように表現される。

$$U_{in} = \beta_0 + \beta_1 x_{1in} + \beta_2 x_{2in} + \cdots + \beta_K x_{Kin} + \varepsilon_{in} \quad (1)$$

ただし、 $x_{kin}$ は個人 $n$ の選択肢 $i$ に対する $k$ 番目( $k=1, 2, \dots, K$ )説明変数(交通手段選択では、例えば、所要時間や費用)、 $\beta_k$ は $k$ 番目の未知パラメータ、 $\varepsilon_{in}$ は誤差項。式(1)では、ある属性の劣位を他の属性の優位で補える(例えば、少し時間がかかっても安ければ所要時間の劣位を補うことができる)ため補償型の意思決定方略を仮定しているといえる。しかし、現実には、ある属性の劣位を他の属性の優位で補うことのできない、非補償型の意思決定方略を用いる場合も多い。例えば、遅れることのできない約束がある場合には、「多少約束の時間に遅れても安い交通手段を利用する」ことはできないはずである。

これまで線形効用関数を用いて補償型の意思決定方略を仮定したモデルがよく使われてきた背景には、操作性に優れていること、モデルによる行動の解釈が容易であること、便

益計算が容易であること、等が指摘されている。しかし、実際には非補償型の意味決定方略が採用されることも多いため、これらの意思決定を忠実に再現するよう努力を続けることが肝要であると考えられる。意思決定方略のいくつかは、北村・森川(2002)で紹介されている。

### 3.2 潜在的・心理的要因の分析

交通行動分析には所要時間や費用などの客観的な属性のみを説明変数に採用したモデルを用いることが多いが、このような客観的なモデルでは快適性、信頼性などの定量化が困難な要因を含めて分析することが難しかった。また、個人による嗜好の差異も客観的なモデルでは、個人属性等しか導入できないので十分に分析することは難しかった。そのため、アンケート調査から得られる満足度などの意識データを用いることで、個人の潜在的・心理的な要因に着目した分析も進められてきた。

今日では、財政状況の悪化等の理由から、道路の拡幅、鉄道新線の建設といったハード面での交通対策を行うことが難しくなっている。従って、ソフト面での対策を行うことにより、交通問題を解決していくことがより重要になってくる。ソフト面の対策は、万人を対象とした従来の画一的な対策とは違い、個人一人ひとりを意識した、よりきめ細かい対策で高い効果が得られると考えられ、潜在的・心理的な分析の必要性は高いと言えよう。

なお、参考までに、ソフト面の対策で最近、注目を集めているものとしてモビリティ・マネジメントを紹介する。これは、「ひとり一人のモビリティ(移動)が、社会的にも個人的にも望ましい方向に自発的に変化することを促す、コミュニケーションを中心とした交通政策」(土木学会, 2005)と定義される。モビリティ・マネジメントにおいては様々な社会心理学的な知見を生かし、個人の行動変化を促している。詳しくは土木学会(2005)を参照されたい。

### 3.3 よりよい需要予測の検討

交通行動分析を行うことの目的の1つに将来の交通需要を予測することがある。しかし、近年では多くの公共事業における過大な需要予測が批判にさらされている。非集計モデルを用いた予測は、集計モデルを用いた予測と比べて精度が高いとされているが、今後とも予測精度を向上させることが期待される。

そのために、まず、考えられるのが行動変化の分析を行うことである。将来需要の変化には必ず交通行動の変化を伴うため、行動変化に着目した分析は重要である。従来の予測法では、ある1時点で観測したデータに適合するモデルをよいモデルとして予測に用いることが多かった。しかし、ある1時点における状態をよく記述するモデルが、行動変

化もよく表現できる保証はない。そのため、これまでも、行動変化意向をアンケートでたずねたデータや、同一個人から複数時点において収集したデータを用いた分析も行われてきたが、行動変化の意思決定構造が十分に解明され、より正確な需要予測手法が確立されたとは言い難い。行動変化の分析は、今後も継続していく必要がある。

次に、将来予測値を、幅を持って提示することが考えられる。これは、例えば、人口予測における高位、中位、低位の予測を示すようなイメージである。交通需要予測には多くの不確実な要因が関連していることが、幅を持った予測がこれまで提示されてこなかった原因の1つであると考えられる。しかし、ある程度の幅を持った形で予測値を示し、提示された需要予測値の信頼性を示すことは、説明責任の観点からも今後必要になってくると考えられる。

また、実際の予測プロジェクトにおいて事後的に評価を行い、予測誤差を生じた原因を解明することも必要である。いくつかのプロジェクトの事後評価を行った研究を見ると、交通行動モデルそのものから生じた誤差は少なく、モデルの入力値である将来人口の誤りが過大な予測の原因となった場合も見受けられる。需要予測の有効性や限界を示し、予測にまつわる社会的な信頼を回復するためにも、事後評価分析による誤差要因の解明が必要である。

なお、交通需要予測の課題については、土木学会（2003）にも紹介されている。

最後になったが、交通行動分析には、ミクロ経済学、計量経済学、統計学、社会心理学、土木工学をはじめとする多くの学問体系が関わっている。これらの分野について興味を持って学習することが、交通行動分析を行う上で、役立つはずである。

### 参 考 文 献

- Ben-Akiva, M. and Lerman, S. R., *Discrete Choice Analysis: Theory and Application to Travel Demand*, The MIT Press, 1985.
- Louviere, J. J., Hensher, D. A. and Swait, J. D., *Stated Choice Methods - Analysis and Application*, Cambridge University Press, 2000.
- 北村隆一・森川高行編著、『交通行動の分析とモデリング』、技報堂出版、2002.
- 交通工学研究会編、『やさしい非集計分析』、丸善、1993.
- 土木学会、「[特集] 交通需要予測」、『土木学会誌』、Vol. 88, No. 7, 2003, pp. 5-40.
- 土木学会、『モビリティ・マネジメントの手引き 自動車と公共交通の「かしこい」使い方を考えるための交通施策』、2005.
- 土木学会土木計画学研究委員会編、『非集計行動モデルの理論と実際』、丸善、1995.