

交通手段選択における行動連鎖の影響について

北海道大学 工学部 正員 ○山形 耕一
日本住宅公団 正員 横田 貢

1. はじめに

モーダルスプリットは交通需要推定において交通需要を個別交通機関別の需要に分割する段階であって、人は移動にあたってその交通目的や起終点などを考慮して有利な交通機関を選択し、その結果として、それぞれの交通機関は交通需要を分担するという考えに立っている。それゆえ、各種交通機関の補完性やシステム的一体化による効率性を指向する総合的交通計画の策定や自動車交通の大量輸送機関への転換を考えるにあたって、極めて重要なプロセスであり、近年多くの研究がなされている。そして、起終点間交通量における各交通機関の分担率というマクロな見地および人の交通機関選択性向というミクロな見地の両面から、また、トリップの特性、トリップを行う人の特性、交通網の特性等数多くの要因を取り上げ、種々の数理的な手法を駆使してのモデル化が試みられている。しかしながら、これらの研究の多くは、交通手段の選択は、個々のトリップを行うに際して独立になされると仮定しており、人が一日の行動において連続的に行うトリップ間の関連性は無視している。例えば、行動連鎖におけるある一つのトリップに自家用車を用いる必要があるとすれば、その前後のトリップでは必然的に自家用車を用いなければならない場合が生ずるであろうし、その他のトリップにおいても、行動連鎖の一環として自家用車を用いるという条件のもとでの選択がなされるであろう。従来のモーダルスプリットモデルでは、このような行動の連続性を無視して、個々のトリップ毎に選択のモデル化を行っている。このことが、モーダルスプリットモデルにおいて、必ずしも十分な適合度を得られない原因の一つと考えられる。

本研究では、一日の行動連鎖における主要な交通行動に対する交通手段の選択が先ず行われ、その前後のトリップでは、その選択結果との関連において交通手段が定められるという考え方を取り入れ、この考え方をモーダルスプリットモデルに導入することを試みている。すなわち、交通手段の選択に行動連鎖の見地を導入することの必要性を述べると共に、調査によりこの考え方の妥当性を示した。更に、この考え方に基づく交通手段選択のモデル化を試み、通勤交通を対象に、通勤者を先ず行動連鎖を考慮して交通手段を選択する層と、個々のトリップでの選択を行う層とに分離し、その後に選択モデルを適用する多段的なプロセスを提案している。

2. 行動連鎖を考慮した交通手段選択の考え方

従来のモーダルスプリットモデルの一つの大きな難点は、個々のトリップの実行に際して交通手段の選択を行っていないところの選択を拘束されたトリップが、モデルの適用対象に混在している点にある。すなわち、これら拘束的なトリップでは、そのトリップの実行時の経路条件にかかわらず、利用交通手段が定まっている。したがって、それぞれの交通機関を用いた場合の経路特性を主たる説明変数とするモデルは、有効に機能しない。このため、これら拘束的なトリップがモデル適用対象として大きな割合をしめている場合には、当然、モデルの説明力は低下する。

このような利用交通手段を拘束されたトリップとしては、①トリップの特性またはトリップを行う人の特性に基づくものと ②前後のトリップにおける交通手段選択に規定されるものとがあると考えられる。前者は、例えばトリップで目的とする用務の達成のために自動車の利用が不可避なトリップであり、通常業務目的とされている販売、配達、修理等を目的とするトリップなどがあげられる。このようなトリップでは、多くの場合物品の搬行が必要であり、その運搬具としての自動車の利用に拘束されている。また自動車の持つ特性、例えばトリップ

起終点への直接アクセス性や時間の自由性等にもとづく交通手段選択における自動車への固定層が挙げられよう。これに対するためには、トリップの目的分類時において交通手段選択特性を配慮した分類を設定するなど、モデルの改善の方向が考えられよう。

後者は、一連の行動連鎖において、交通手段を選択していることにより生ずる。すなわち、人の行動は偶発的なものではなく、そのかなりの部分が一日の行動開始にあたってスケジュール化されている。そして一日の交通行動全般を通じての利用交通手段をも予定化している面がある。したがって、一連の行動の内の主要なトリップに対して、交通手段の選択を行い、他のトリップにおける交通手段は主要なトリップにおける選択から生じる制約の内へ決められる。とくに自家用車の利用においては、主要なトリップに際して自動車利用を可能な状態にするため、搬具である自家用車の携行が必要であり、例えば、業務上の理由等で自家用車の利用を予定しているとき、通勤トリップをも自家用車で行うことが必要となる。すなわち、人の一日のトリップ連鎖を考えると、連鎖内のトリップの交通手段は特定の手段に特化しがちであると言えてよいであろう。

このような考え方に立つとき、交通手段別分担の推定の一つのプロセスとしては、対象全トリップを、①自動車に拘束的な連鎖に属するものと②大量交通機関に拘束的な連鎖に属するものとに分離し、そのそれぞれの層において、目的別に交通手段選択モデルを作成していく方法が考えられる。すなわち、①の層では、自動車を利用する可能性更には利用しなければならぬ可能性が②に比して極めて高くなるからである。

第二の方法としては、目的別のトリップを①自動車利用に拘束的なトリップと②選択的なトリップの二層に分離し、次の段階として②層に対して従来の如く交通手段選択モデルを適用する方法が考えられる。すなわち、直接的に連鎖を用いる方法では、連鎖内に複数個のループが含まれ、ループ毎に交通手段選択が行われていると考えられることから、連鎖内のトリップに対するトリップの拘束性に強弱の差がある点、モデル化に難しさがあるとみられる。したがって、対象とする目的別トリップを連鎖における主要なトリップとの対応から上述の二層に分離するモデルを作成する方向が有利と考えられるのである。

3. 交通手段選択理由の調査

交通手段選択における行動連鎖の影響を調べ、前節に述べられた考え方を検証するために、通勤トリップを対象に交通手段選択理由の調査を行った。通勤トリップは、大部分が一日の第一トリップであり、以後の行動にお

表1 交通手段選択理由の調査結果

通常通勤に自家用車を利用している層	280人	100%	通常通勤に大量交通機関を利用している層	407人	100%
調査日自家用車を利用した人	273人	(98%)	調査日は大量交通機関を利用した人	402人	(99%)
① 通勤以外の目的で自家用車を利用する必要がある 1. 販売・仕入などの仕事上必要 2. 打ち合せ・会議など必要	114人	41%	① 通勤に自家用車を利用できない人 ② 通勤に自家用車を利用できる人	312人 90人	77% 22%
② 自家用車で通勤するのが快適なため 1. 行動したい時にいつでも行動できる 2. 天候を気にしなくてもよい	24人	9%	自家用車を利用できないが通勤に用いない理由 1. 勤務先での駐車場が確保しづらい 2. バス・地下鉄を利用する方が費用が安い 3. バス・地下鉄を利用する方が所要時間が短い		
③ 自家用車による通勤が他の交通機関を利用するより便利のため 1. 所要時間が短い 2. 目的地まで直通バスがない 3. 乗換がない	132人	47%			
④ 不明	3人	1%			
通常は自家用車を用いているが、調査日は大量交通機関を利用した人	7人	3%	通常は大量交通機関を用いているが、調査日は自家用車を利用した人	5人	1%

(注) 徒歩通勤を除く 計 687人

いて自家用車を用いる必要がある場合、その影響が現れてくる。対象地域には札幌市をとり、南区真駒内、北区麻生、白石区白石、西区手稲の4地区を選び、地図上における住居サンプル法により、これらの地区居住者から対象者を抽出して調査を行った。調査法には、留置型家庭訪問調査法を用い、対象世帯1233、有効回収世帯711である。主たる調査項目は、個人属性、利用交通機関と経路特性、他の交通機関を利用した場合の経路特性および選択理由である。

交通手段選択の理由としては、自家用車利用層に対して通勤以外の目的での自家用車を利用する必要性がある層（行動連鎖を考慮している層）、②必ずしも行動連鎖を考慮していないが、自動車の快適性等を重視し、むしろ頭から自動車を選択している固定的な層、③各交通機関を利用した場合の経路特性を比較し自家用車を選択している層を分離した。調査結果を表1に示す。

通勤トリップにおいて、通常（週の過半以上と指定した）自家用車を利用している層において、①の層すなわち、通勤後の行動を考えた行動連鎖の見地から自家用車を利用している層は約41%存在している。この層において考慮されている通勤後の行動としては大部分が業務目的のトリップである。他方、通勤に通常自家用車を利用しているが、調査日には、大量交通機関を用いた層の%はあはるが存在し、この層は飲酒の予定など、行動連鎖から通勤に自動車を利用しないことと逆に拘束された層を含んでいる。更に、通常は大量交通機関利用であるが調査日に自家用車を用いた層は僅かではあるが存在している。この層は通勤後の非定常的な行動、例えば、荷物の運搬、レジャー・レクリエーション、帰宅の都合等のために自家用車の利用を必要としており、行動連鎖を考慮した層といえる。交通機関の選択を当該トリップの経路特性によって行った層は、自家用車利用層の③および大量交通機関利用層の②の242人であり、全体から自家用車を利用せず、大量輸送機関に拘束されている層を除いた部分の65%である。この点で従来のモーダルスプリットモデルで用いているような、自動車保有者・非保有者のみを層別化した推定プロセスは不十分であり、行動連鎖を考慮した交通手段選択層と個々のトリップにおいて選択を行う層とを分離した後、交通手段選択モデルを適用する多段的なプロセスの必要性が示されている。

4. 行動連鎖を考慮した交通手段選択プロセスの提案と通用例

前述までの議論および調査結果から、交通手段選択プロセスとしては、先ず、通勤者を ⑦自家用車が常時利用できず大量交通機関に拘束されている層、①自家用車が利用可能であり、行動連鎖から交通手段を拘束されている層、②自家用車が利用可能であり、個々のトリップにおいて交通手段を選択する層を分離する方式をとった。まず、自動車保有・非保有の別により⑦を分離し、その後、数量化Ⅱ類を適用した分離モデルを作成して①と②とを分離する。更に⑦に対して交通手段選択モデルを作成し、交通手段を定めるというプロセスを提案した。推定プロセスは図1に示される。そして、前節で述べた調査データを用いて大量交通機関と自家用車との選択に対してモデルの検定を行った。

分離モデルには、通勤者の個人属性を要因とする数量化理論第Ⅱ類モデルを用いた。個人属性としては、性別、年齢、職業、産業、免許証の有無、家族数を用いた。モデルの適合度は、相関比0.46、的中率0.72を得た。また、レンジの高い要因としては、①家族数、②職業、③年齢、④産業であった。このことは、行動連鎖を考慮して交通手段の選択を行っている層が、表1にみられる如く、出勤後の業務上の活動における自動車利用の必要から通勤にも自家用車を利用していることから、職業・産業が主要な要因として作用していると考えられる。

個々のトリップにおいて交通手段を選択している層の選択モデルとしては、通勤者の個人属性および経路特性を要因とする判別関数モデルを用いた。要因としては、性別、年齢、免許証の有無、乗換回数、駐車場の有無、所要時間差、費用差、歩行時間差、乗換時間差である。所要時間差等は、通勤者が実際に利用した経路と調査時に対象者が回答した他の交通手段を用いた場合の可能代替経路との差を用いている。本分析では、各要因の判別へ

の寄与が高い順に要因を順次加えて行く変数増加法を用いて主たる要因を抽出した。この結果、主たる要因としては、①免許証の有無、②乗換回数、③乗換時間、④歩行時間差、⑤費用差が得られ、これら5要因を用いた場合の判別的な中率は0.75であった。これらの主要な要因は、表1に個々のトリップ毎に選択を行っている通勤者が、選択の理由として挙げている要因とよく対応しており、モデルの妥当性を示している。

最後に、全通勤トリップを対象に、直接交通手段の選択の推定を行う判別関数モデルを作成し、本研究で提案した推定プロセスとの比較を行った。この場合、主要な要因としては、①免許証の有無、②自家用車の保有・非保有、③駐車場の有無、④乗換時間、⑤歩行時間差、⑥費用差が取り上げられた。これら6要因を用いた場合の的中率は0.63となり、前述の方法に比べて極めて低くなっている。このことは、提案したプロセスの如く、行動連鎖を考慮して交通手段の選択を行うため手段選択が拘束されているトリップを、分離して推定を行うことの妥当性を示すと共に、このような、分離を行うことにより、交通手段選択要因がより正確に分析し得るものであることを示していると考えられる。

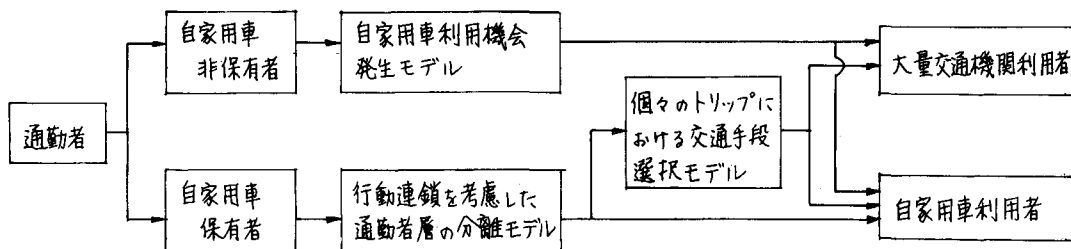


図-1 交通手段選択のプロセス

5. おわりに

交通手段は、従来、個々のトリップを行うに際して独立に選択が行われると考えるモデル化が進められてきたが、本研究では、人は一日の行動連鎖全般を考慮して交通手段の選択を行い、個々のトリップはその影響下で選択を拘束されている面があることを指摘し、これを調査により、確かめた。そして通勤交通においては、自家用車利用層の40%強が行動連鎖を考慮している層があることがわかるなど、交通手段選択においても、行動連鎖における交通手段連鎖を取り入れることの必要性が明らかとなった。さらに、通勤交通を対象に選択が拘束されたトリップと個々のトリップで独立に選択を行っているトリップとを分離した後、後者に選択モデルを適用するプロセスを提案したが、このような場合に選択モデルの適合度が改良されるなど、妥当性が示された。

本研究では、通勤交通のみを取り上げたが、この考え方を他の目的を含めたモダリティスプリット全般に適用するためには、行動連鎖全般としての交通手段選択に強く影響するトリップの抽出、および、その選択結果が連鎖内の個々のトリップにおける選択への拘束性の強さの分析等が必要であると考えられ、今後この方向での研究を進めたい。

参考文献

1. “交通工学ハンドブック” 第22章 交通計画 技報堂
2. 広島都市交通研究会 “交通機関別命担の実態とその応用”
3. 佐佐木綱 “都市交通計画” 国民科学社
4. 奥野忠一他 “多変量解析法” 日科技連
5. 植松俊夫・林知己夫 “数量化理論(1)～(4)” オペレーションズリサーチ 1972年5～8月
6. 横田貢 “通勤交通における交通手段選択に関する研究” 北海道大学・修士論文