

競合危険モデルによるトリップ発生間隔のモデル化

愛媛大学 学生会員 ○多久和昌宏 愛媛大学 正会員 倉内慎也 愛媛大学 正会員 吉井稔雄
愛媛大学 正会員 坪田隆宏 愛媛大学 正会員 白柳洋俊

1. はじめに

近年、平均寿命が延びたことから高齢者が増加している。高齢者は生産年齢層と比べ就業率が低いため、交通行動は買い物や通院などの私事目的が中心である。就業者についても働き方改革や在宅勤務の促進などにより自由時間が増加し、それによって私事目的での交通行動が増加すると予想される。従って、交通計画の立案や施策検討においては、時空間変動が大きい私事目的での交通行動を的確に把握する必要性が高まっている。

私事目的での交通行動は、必ずしも毎日実施されるとは限らないため、実態調査としては一定期間内での目的別トリップ回数を尋ねるような頻度調査や、1週間から1カ月程度の簡易なダイアリー調査、あるいはプローブパーソン調査（以下、PP調査）を実施することが多い。ダイアリー調査やPP調査では、被験者負担は大きくなるものの、頻度調査では不明なトリップの発生タイミングがわかるため、時間軸を考慮した交通需要の把握が可能となる。それゆえ、近年各地で導入が進んでいるデマンドレスポンス型の交通サービスやライドシェアリングなど、時空間的に詳細な交通需要に関する情報が必要なサービスの導入検討にも対応できるものと期待される。このような認識のもと、先行研究¹⁾では、買い物トリップを対象に、PP調査データを入力として同トリップの発生タイミングを生存時間モデルの枠組みでモデル化し、1週間程度の調査期間があれば買い物頻度が比較的良好に再現できることを示している。しかし、私事目的での交通行動は買い物に限らず、食事、娯楽など複数の活動が関連しているため、それらを同時に考慮して分析する必要がある。そこで本稿では、複数のイベントが関連して生ずるような現象を分析可能な競合危険モデル²⁾を用いて、トリップ発生間隔が異なる買い物、食事、娯楽トリップにまで対象を拡げてモデル化を行った結果を報告する。

2. 用いるデータの概要

本研究では、トリップの発生時点が精確に把握できるプローブパーソン調査データを用いた。2007年に松山市で実施された調査であり、調査期間は2月19日から3月23日までの32日間で、被験者数は86人であった。分析対象とした私事目的トリップは、買い物、食事、娯楽の3種類であり、表1に各私事目的トリップの概要を示す。

表1 各私事目的トリップの概要

	買い物	食事	娯楽
総トリップ数(トリップ)	1348	315	280
1週間当たりのトリップ数(トリップ/人)	2.24	0.52	0.47

3. 競合危険モデルによる私事目的トリップ発生間隔のモデル化

本研究では、前述のように、買い物、食事、娯楽の3種類の私事目的トリップを対象に、各トリップの発生タイミングを同時に記述することが可能な競合危険モデルを用いる。競合危険モデルでは、それらの競合危険が互いに独立であると仮定することにより、ハザード関数は、各私事目的のハザード関数の線形和で表すことができる。また、生存関数は各私事目的の生存関数の積で表すことができる。従って、私事目的トリップの発生間隔を表す分布としてワイブル分布を仮定することで、確率密度関数は以下のように表すことができる。

$$f_k(t) = \gamma_k \lambda_k t^{\gamma_k - 1} \exp(-\lambda_k t^{\gamma_k}) \quad \lambda_k = \exp(-\beta_k X_k) \quad (1)$$

ここに、 $f_k(t)$ は活動 k の確率密度関数、 γ_k は活動 k のハザードの形状パラメータ、 λ_k は活動 k のハザードのス

ケールパラメータを表している。また、 β_k は未知パラメータベクトル、 X_k は説明変数ベクトルを表す。t は、各私事目的トリップ発生時点からの経過時間を表しており、各私事目的トリップの移動開始時刻を基準時点、次に行われる各私事目的トリップの移動開始時刻を生起時点と設定した。

3. モデル推定結果

競合危険モデルを用いて私事目的トリップの発生タイミングを推定した結果を表2に示す。なお、推定に際しては、先行研究と同じく、約1か月間のPPデータのうち、最初の1週間のデータを用いた。説明変数の種類としては、勤務状況、居住地属性、勤務地属性、活動履歴を用いた。パラメータ推定値が正であれば各私事目的トリップが発生する間隔が短くなり、結果としてトリップ頻度が高くなることを意味している。

まず、形状パラメータ γ については買い物、食事、娯楽ともに正で有意な結果となった。これは、前回のトリップ発生時点から経過時間が長くなるにつれて各私事目的の活動を行う確率が高くなることを示している。また、勤務状況に関しては、平均勤務終了時刻が遅い人ほど買い物頻度が高くなる一方、食事の頻度は低くなる傾向にあることが明らかとなり、店舗営業時間等の関係で双方の活動が代替関係にあることがわかる。また、活動履歴に関する変数は、いずれも有意に正で推定されている。これは、日ごろから娯楽や食事を頻繁に行っている人ほど、他の私事活動も頻繁に行う傾向にあることを意味しており、アクティブな行動性を示唆すると共に、特に土日においては複数目的でトリップチェーンを形成する傾向にあることを示しているものと推察される。

表2 モデル推定結果

		買い物	食事	娯楽
γ		0.575 (-15.91 [*])	0.682 (-5.16 [*])	0.565 (-7.21 [*])
定数項		-0.819 (-5.62)	2.02 (5.02)	0.692 (4.10)
勤務状況	平均勤務終了時刻 (h)	0.167 (1.89)	-0.683 (-2.99)	
	通勤交通手段 (車)	-0.219 (-1.62)		0.585 (2.08)
居住地属性	総合スーパーダミー×飲食料品店小売業集積度 (事業所数)	4.07 (2.01)		
	最寄り駅までの最短距離 (km)	0.145 (1.94)		
	飲食店舗規模 (従業員数)		-0.402 (-1.79)	
勤務地属性	娯楽業集積度 (事業所数)			4.87 (1.26)
活動履歴	累積娯楽回数	0.214 (2.66)		
	累積食事回数			0.482 (3.26)
	前回の娯楽土日ダミー		1.23 (3.92)	
	前回の娯楽活動時間 (h)	5.35 (2.03)		
サンプル数		533		
尤度比		0.565		
自由度調整済み尤度比		0.547		

※ $\gamma=1$ に対する t 値

4. おわりに

本研究では、競合危険モデルを用いて買い物、食事、娯楽の3種類の私事活動を対象に、トリップ発生間隔のモデル化を行った。今後は、トリップの発生間隔をモデル化することで、どの程度の精度でトリップ発生タイミングを予測することができるかを検証するとともに、調査期間と予測精度の関係性の分析を通じて、適切な調査期間の検討を行う必要がある。

参考文献

- 1) 多久和昌宏, 倉内慎也, 坪田隆宏: 買い物トリップ発生間隔のモデル化による買い物頻度の予測精度, 2021年度土木学会四国支部第27回技術研究発表会講演概要集 (CD-ROM), 2021.
- 2) 北村隆一, 森川高行, 佐々木邦明, 藤井聡, 山本俊行: 交通行動の分析とモデリング—理論/モデル/調査/応用—, 技法堂出版, 2002.