

# 選択肢集合にタクシーを組み込んだ交通機関選択モデルの開発

- SAVs の需要予測を念頭に -

AH17049 桜井 駿  
指導教員 岩倉 成志  
指導教員 楽 奕平

## 1. 背景と目的

近年、自動運転の研究ステージは急速に発展し、都市交通の新しい可能性が議論されている。わが国の都市交通は、鉄道や路線バスといった大量輸送が可能かつ移動費用が安い公共交通機関が整備されている。一方で、現在のタクシーコストは約7割が人件費であり高運賃である。自動運転タクシー(SAVs)はタクシーコストが現在の10分の1になるという研究結果が存在し、交通需要が公共交通からSAVsへの転換が想定される。しかし、SAVsの需要予測に関する研究の大半はSPモデルを用いて行われており、パラメータにバイアスが生じるため、タクシーの待ち時間に着目しパラメータ精度を向上させたRPモデルによる需要予測が必要と考える。

本研究では、将来SAVsの需要予測を行うことを念頭に、タクシーの正確な待ち時間パラメータを推計し、現在のタクシーを選択肢に含んだ交通機関選択モデルの作成を目的とする。

## 2. 使用データ概要

H30PT調査データとともに同時期の日本交通(株)のタクシープローブデータを使用する。タクシープローブデータは、東京都区内4000台の走行経路データで、時間ごとのタクシーの移動軌跡、進行方向、空車や実車などの動態を取得することができ、タクシーの待ち時間を推定することが可能である。

分析対象トリップは、H30PT調査の都心3区(中央区、港区、千代田区)を発とするトリップ距離が100m以上の業務目的トリップを使用する。

トリップのLOSデータは、地理情報システムQGISと株式会社ナビタイムジャパンが提供するナビゲーションサービスを用いて作成する。作成するデータはアクセス時間、イグレス時間、所要時間、費用、待ち時間の5つである。

タクシーのアクセス時間は、発地からタクシーの乗

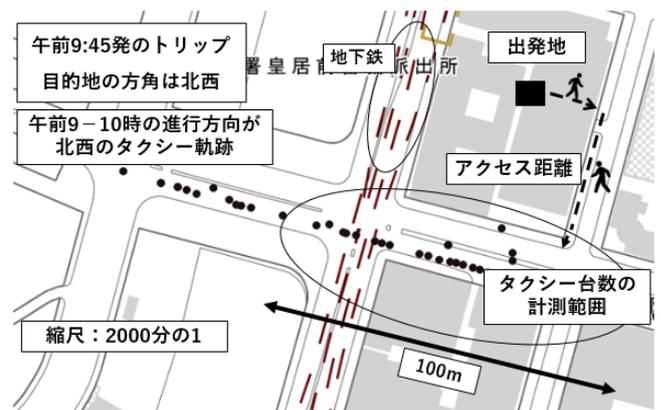


図1 待ち時間とアクセス距離の計測

車地点までのアクセス距離を歩行速度時速4.2kmで除した値とする。乗車地点は、図1のようにOD地点とタクシープローブデータをQGIS上で可視化し、発地から着地方向へ移動しているタクシーへ乗車可能な地点とし、発地から乗車地点までの距離をアクセス距離とする。

タクシーの待ち時間は、まず、乗車ポイントにおける着地方向のタクシー到着頻度を算出する。到着頻度は、トリップの出発時刻をH30PTより取得し、出発時刻の1時間で、発地から着地方向へ移動している空車または迎車のタクシーの台数から算出する。なお、タクシープローブデータが4000台のデータであるのに対して、H30の東京都のタクシー台数が47,618台であるため、到着間隔に $0.084(=4000/47618)$ を乗じて、到着間隔の1/2として待ち時間を算出した。

次に、所要時間、費用、イグレス時間、タクシー以外のアクセス時間、タクシー以外の待ち時間のLOSデータはNAVITIMEを用いて取得する。なお、車の費用については、NAVITIMEより取得できる消費燃料に130円/Lを乗じて算出した。

以上の方法で100トリップのLOSデータを作成し、モデルを構築する。

## 3. モデル構造

本研究では、鉄道、バス、自動車、タクシーの4つ

の交通手段を選択肢とする多項ロジットモデルを作成する。そこから、パラメータ、初期尤度、最終尤度、尤度比、パラメータの t 値を求め、選択確率の推定を行う。以下のモデル式を用いてパラメータ推定を行う。その後、Fan Zhou ら<sup>1)</sup>によって推定されたパラメータと比較し、感度分析を行う。

効用関数は以下の通りである。

$$V_{rail} = \beta_1 Time_{rail} + \beta_2 Cost_{rail} + \beta_3 WT_{rail}$$

$$V_{bus} = \beta_1 Time_{bus} + \beta_2 Cost_{bus} + \beta_3 WT_{bus}$$

$$V_{car} = \beta_1 Time_{rail} + \beta_2 Cost_{rail}$$

$$V_{taxi} = \beta_3 Time_{taxi} + \beta_2 Cost_{taxi} + \beta_4 WT_{taxi}$$

$\beta_1 \sim \beta_5$  : パラメータ

$AT_i$  : 交通機関 i のアクセス時間

$ET_i$  : 交通機関 i のイグレス時間

$Time_i$  : 交通機関 i の所要時間

$Cost_i$  : 交通機関 i の費用

$WT_i$  : 交通機関 i の待ち時間

$ASC_i$  : 交通機関 i の定数項

説明変数には、所要時間、費用、待ち時間を用いる。

なお、待ち時間と定数項との間に多重共線性が見られたため、定数項は使用しないものとした。また、アクセス時間とイグレス時間についても待ち時間の変数との相関がみられたため、鉄道、バスは、アクセス時間とイグレス時間、タクシーはアクセス時間を含んだ時間を所要時間とし、時間に関する説明変数は1つに統合した。

#### 4. 分析結果

パラメータ推定の結果を表1に示す。所要時間、費用については符号条件を満たしており、t 値が 1.96 以上で 5%有意となった。公共交通の待ち時間は、正の値を示しており符号条件が整合しない結果となった。また修正済み尤度比が 0.24 となり、精度が高いモデルとはいえない。タクシーの待ち時間は負の値を示しており、符号条件は整合したが有意な値とはならなかった。これは、サンプル数の不足によるものと考えられるが、今後データ特性の評価を検討する必要がある。

次に、タクシーの待ち時間のパラメータ感度を確かめるため、タクシーの待ち時間を変化させ、Fan Zhou ら<sup>1)</sup>の選択確率の挙動と比較する。Fan Zhou ら<sup>1)</sup>のタクシーの待ち時間のパラメータは-0.02であった。図2は感度分析の結果である。本モデルでは待ち時間感度が大きくなり、タクシーの待ち時間が減少するにつ

表1 パラメータ推定結果

説明変数	パラメータ	t値	
$\beta_1$ T(分)	-0.6562	-4.62	**
$\beta_2$ C(円)	-0.3137	-3.31	**
$\beta_3$ WT(分)	0.3601	4.14	
$\beta_4$ WT(分)	-1.0436	-0.96	
初期尤度	-84.8923		
最終尤度	-60.5935		
修正済み尤度比	0.2391		

\*\* :5%有意

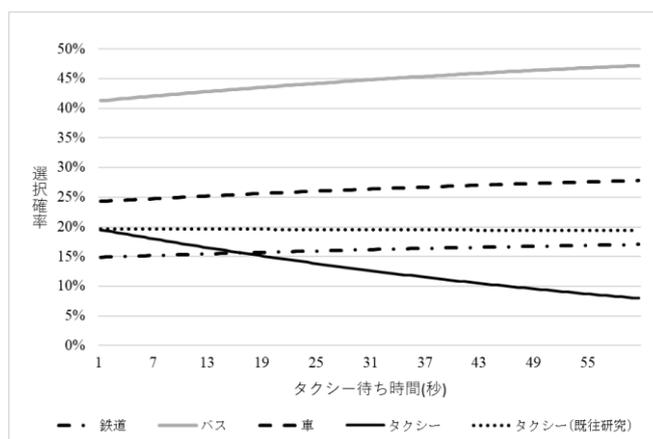


図2 待ち時間パラメータの感度

れて選択確率が増加することがわかる。

#### 5. まとめ

H30PT で得られた発地データをもとに交通機関選択モデルを作成したところ、タクシーの待ち時間に関しては符号条件を満たすパラメータ推定ができたが、有意ではなかった。タクシーは決まった運行ルートやダイヤが存在せず他の公共交通とは特性の異なる。タクシーは決まった運行ルートやダイヤが存在せず、他の公共交通と特性が異なる。そのため LOS 作成の際、タクシーの待ち時間のばらつきを表現することができれば、待ち時間についてより有用情報を提供できると考える。また、モデルの再現性を高めるために、鉄道・バスの時間信頼性を考慮することや、タクシーと他の交通機関を組み合わせた交通手段選択を表現することが、今後の課題である。さらに、シェアカーやシェアバイクなどの交通機関を選択肢集合に含んだモデルの拡張を検討したい。

#### 参考文献

- 1) Fan Zhou, Zuduo Zheng, Jake Whitehead, Simon Washington : Preference heterogeneity in mode choice for car-sharing and shared automated Vehicles, Transportation Reserch Part A 132(2020) 633-650