

# アクティビティモデルの定数項更新手法の改善とプノンペンへ適用に関する研究

早稲田大学 学生会員 ○石井 理穂 早稲田大学 正会員 佐々木 邦明

## 1. はじめに

マスタープラン作成など都市の将来計画を考える際に、パーソントリップ調査(以下 PT 調査)を使った四段階推定法が用いられてきた。しかし、成長スピードの速い地域では長期的な計画を超える勢いで変化しているため、安定的な需要構造を想定する四段階推定法は齟齬が生じている。そこで、非集計ベースで生活需要に着目したモデル構築が試されている。ただ、このモデルのパラメータは安定的だとは言いがため、先行研究<sup>1)</sup>では、実情に合わせて定数項のみを再推定する研究が東京主要三区(千代田区、中央区、港区)を対象に行われており、一定の成果が上げられている。

そこで、本研究ではこのアクティビティモデルの定数項更新手法を改善することと、さらに、カンボジア・プノンペンのアクティビティモデルを構築することを目的とする。これらを通して、将来的には、成長スピードの速い途上国において非集計モデルとデータ同化によるその改良を用いた需要予測が行えることが期待される。

## 2. 本研究の概要

本研究では、先行研究でデータ同化の際に再推定した定数項をより簡単に更新する手法の提案を第一に行なう。この定数項更新手法の改善によって、データ同化と同時に定数項の更新が可能となり、一連の流れがスムーズとなる。ここで使用するアクティビティモデルは、先行研究において構築されたモデルを用いており、このモデルは、平成 20 年 PT データから東京主要三区を主要目的地とする個人を抽出したデータをもとにツアーベースで構築したものである。また、観測データは平成 26 年のモバイル空間統計データを用いた。第二に、カンボジア・プノンペンを対象としたアクティビティモデルを構築する。ここでは、手段選択と目的地選択によるネスティッドロジットモデルを構築した。

## 3. 定数項更新手法改善の結果と分析

まず、定数項更新手法改善を行ったフェーズで使用した対象ゾーン全 14ゾーンの詳細を以下の表に示す。

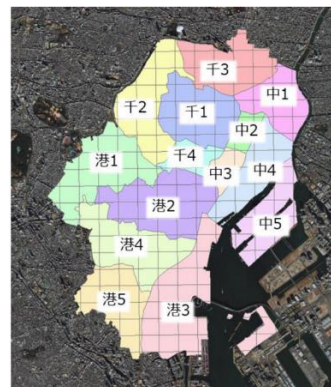


図1 対象ゾーン(東京主要3区)

定数項更新を行うにあたり、選択肢別抽出したデータから母集団のパラメータ推定を行う際の考え方をを用いた。最尤推定法でパラメータを推定し、モデル式に多項ロジットモデルを採用した場合、定数項を以下の式で更新することが知られている<sup>3)</sup>。これは、ネスティッドロジットモデルにも拡張できることが示されている。今回は、アクティビティモデルの予測値を選択肢別抽出後のデータ、モバイル空間統計データを母集団データと近似した。

$$\beta'_i = \beta_i + \ln \left\{ \frac{Q(i)}{H(i)} \right\} + \ln \left\{ \frac{H(C)}{Q(C)} \right\} \dots \dots (1)$$

$Q(i)$ : 母集団における選択肢*i*のシェア

$H(i)$ : 抽出サンプル内での選択肢*i*のシェア

$H(C)$ : 抽出サンプル内での注目した層のシェア

$Q(C)$ : 母集団における注目した層のシェア

この(1)式を用いて目的地選択の定数項を更新した結果を図2に示す。これは、全4時間帯別の平均比率を取ったものであり、時間区分は以下の表1に示す。

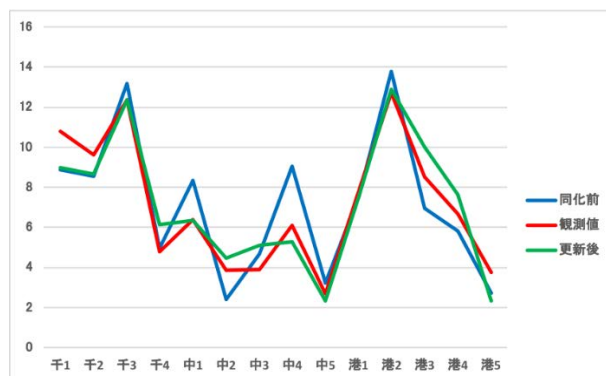


図2 ゾーン別滞留人口比率

キーワード アクティビティモデル, ツアーベース, データ同化, 選択肢別抽出法

連絡先 〒169-8555 東京都新宿区大久保 3-4-1 早稲田大学創造理工学部社会環境工学科 都市計画研究室

また、全4時間帯別全14ゾーン別に算出したRMSEの平均を以下の表2に示す。RMSEも改善しており、定数項の更新によって現況再現に近づいたことが示された。ただ、千1ゾーンなどでは、時間帯別の推計で極端に少なく推定されている時間帯があるため、時間帯別の比率平均を用いて定数項を更新しても依然として精度が悪くなっていたり、麻布・芝浦が位置する港3,4ゾーンでは全時間帯の推計が少なく推定されていたが定数項の更新によって多く推定されるようになったりと課題は残る結果となった。

表1 時間区分

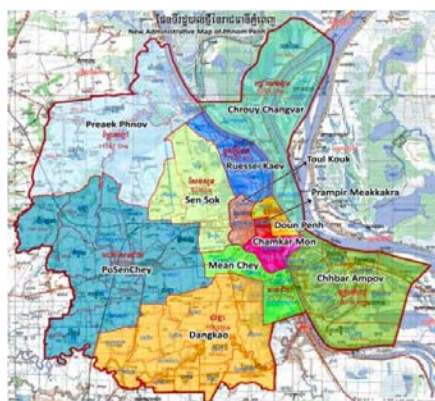
| 時間区分                    |
|-------------------------|
| 午前ピーク (AM 6:30~AM 9:29) |
| 日中 (AM 9:30~PM 3:59)    |
| 午後ピーク (PM 4:00~PM 6:59) |
| その他 (PM 7:00~AM 6:29)   |

表2 データ同化前と更新後のRMSEの比較

|     | RMSE (比率) |
|-----|-----------|
| 同化前 | 1.372     |
| 更新後 | 1.001     |

#### 4. プノンペンでのアクティビティモデル構築の結果と分析

次に、プノンペンでのアクティビティモデルの構築を行った。手段選択モデルと目的地選択モデルをそれぞれ独立の多項ロジットモデルで推定した。今回は、2012年のPTデータを用いたが、2012年当時にはプノンペン市内を走る公共交通機関は存在しなかったため、徒歩、自転車、バイク、自家用車とパトランジットに分類されるMotodop, Tuktukの6つの選択肢に限定してモデル構築を行った。また、目的地選択についてはPTデータに基づき、プノンペン都を全96ゾーンに分割して目的地選択のモデル構築を行った。モデル構築はツアーベースで行い、主要ツアーに着目した。

図3 対象ゾーン(プノンペン市)<sup>4)</sup>

以下に、手段選択パラメータの推定結果と目的地選択パ

ラメータの推定結果を示す。手段選択について免許保有のダミー変数に着目すると、バイクの免許を保有していないことで、Motodopに乗る効用が高くなり、パトランジットを利用する立場に回っていることがわかる。また、目的地選択について、districtごとに定数項を設定したところ、district1,2,4,6に相当する定数項が相対的に高いことが分かり、これはプノンペンの繁華街と一致する。

表3 目的地選択パラメータの推定結果

| パラメータ | t値     | パラメータ | t値     |
|-------|--------|-------|--------|
| 人口    | 0.186  | 定数項b1 | 0.254  |
| 施設数   | -0.147 | 定数項b2 | 0.203  |
| 従業員数  | 0.013  | 定数項b3 | -0.190 |
| 面積    | -0.007 | 定数項b4 | 0.175  |
| 時間    | -0.187 | 定数項b5 | -0.280 |
|       |        | 定数項b6 | 0.341  |
|       |        | 定数項b7 | -0.562 |
|       |        | 定数項b8 | 0.050  |

表4 手段選択パラメータ推定結果

|                     | パラメータ  | t値     |
|---------------------|--------|--------|
| 定数項(徒歩)             | 4.455  | 219.7  |
| 定数項(バイク)            | 4.499  | 223.8  |
| 定数項(motodop)        | 1.647  | 70.86  |
| 定数項(Tuktuk)         | 0.989  | 46.54  |
| 定数項(自家用車)           | 1.003  | 47.47  |
| バイク免許なしダミー(自転車)     | 2.436  | 122.6  |
| 車免許保有ダミー(車)         | 2.226  | 231.6  |
| バイク免許なしダミー(Motodop) | 1.423  | 116.3  |
| 月収50\$以下ダミー(自転車)    | 1.435  | 227.3  |
| 月収250\$以上ダミー(自家用車)  | 1.33   | 137.2  |
| cost(Motodop)       | -0.022 | -31.54 |
| cost(Tuktuk)        | 0.012  | 45.17  |
| 距離(1km)(徒歩)         | -0.747 | -230.1 |
| 距離(1km)(Motorbike)  | 0.039  | 45.1   |

#### 5. おわりに

本研究では、東京主要三区を対象としたアクティビティモデルの定数項更新手法の改善とプノンペンでのアクティビティモデル構築を行った。

なお、本研究の今後の課題として、プノンペン等の途上国都市における観測データとのデータ同化があげられる。観測データとのデータ同化を行うことで、逐次的な需要予測が可能となり、より現況再現に近づく。また、途上国都市においてはモードの追加や変更が短いスパンで行われることも特徴的である。このような変化を今後どのようにモデルに組み込んでいくべきかも議論の余地がある。

#### 参考文献

- 澤田茜：「マイクロシミュレーションによる活動-交通予測への継続的観測データの活用」，山梨大学大学院 修士論文
- 森地茂，屋井鉄雄：「非日常的交通への非集計モデルと選択肢別標本抽出法の適用性」，土木学会論文報告集第343号・1984年3月，1984。
- 独立行政法人国際協力機構：「The Project for Comprehensive Urban Transport Plan in Phnom Penh Capital City」独立行政法人国際協力機構，2014。