

再帰型ロジットモデルによる東京圏都市鉄道の分布交通量推計の可能性

建設工学専攻
土木計画研究

ME20015 池田 玲緒菜
指導教員 岩倉 成志

1. はじめに

コロナウイルス感染拡大に伴う緊急事態宣言が発令され、東京圏の鉄道需要が大きく減少した。東京圏の都市鉄道の中長期需要予測は四段階推定法で行われており、分布交通量推計はトリップ目的ごとに起終点間トリップ単位のトリップベースモデルで行われている。しかし、テレワークのように、通勤トリップが在宅オンラインに代替されることで、入社後の業務交通や帰宅途中の私事交通も行われなくなり、都区部や業務核都市での鉄道利用が顕著に減少したと考える。現在のトリップベースのモデルでは個人が1日に連鎖的に行うトリップ(トリップチェーン)を考慮できないため、それを考慮できる人々の一連の動きに着目した需要予測モデルへ転換することが望まれる。

そこで本研究では、1日の交通活動に着目したトリップチェーンで分布交通量を推計する方法を検討する。また、本研究ではコロナウイルス感染拡大の影響を受け生活様式が変化したと考えられる鉄道利用者を対象にして研究を行う。

本研究は、Fosgerau(2013)¹⁾の価値関数(将来効用)を吸収マルコフ連鎖の演算によって無限に存在する選択肢集合をアприオリに与えずに推計できる方法をKitamura(1984)²⁾の将来効用を組み込んだトリップチェーンを表現できる再帰型の目的地選択モデルに応用して、東京圏都市鉄道利用者のトリップチェーンと、それを集計して得られるOD交通量を精度よく推定する方法を開発することを狙いとしている。なお、未だアイデアベースで、課題も多いことを付記しておく。

2. 鉄道利用者のアクティビティパターンの集計

2018年に実施された第6回東京都市圏パーソントリップ調査マスターデータ(以下、H30PTデータ)を用いてトリップチェーンの全トリップで鉄道を利用したユーザー(以下、鉄道利用者)を対象に、アクティビティパターンについて基礎集計を行った。

分析対象のアクティビティの目的種類として自宅(H)、自宅-勤務(HW)、自宅-通学(HS)、自宅-業務(HB)、自宅-買い物(HP)、自宅-私事(HO)、勤務(W)、通学(S)、業務(B)、買い物(P)、私事・その他(O)の11つを設定した。

(1) 鉄道利用者のアクティビティパターン

H30PTデータでの鉄道利用者のアクティビティパターンを集計した結果、鉄道利用者8,601,439人のうち5,769,179人が勤務目的で利用しており、HWH(自宅-勤務-帰宅)が全体の約67%と高い割合を占めていることが分かった。このことから、コロナウイルス感染拡大で通勤トリップが在宅オンラインに代替されることで東京圏の鉄道需要が大きく減少したと解釈できる。

(2) HW+型のアクティビティパターン

勤務地到着後のアクティビティパターンを確認するためにHWから始まるパターンの集計を行った。上位5つのパターンの結果を表-1に示す。他のパターンはその他で扱っている。ここで重要なのが、HWOHやHWBHなどの勤務後に私事トリップなどを行うアクティビティパターンが約45万人分あることである。したがって、HWトリップが在宅オンラインに代替されたと考えると、通勤の減少に加えて勤務中や勤務後に行われていた私事トリップや業務トリップなどの約45万人分のトリップも失われてしまうことになる。

表-1 HWから始まるアクティビティパターン

アクティビティパターン	人数	HWH以外
HWH	5,769,179	-
HWOH	166,761	451,048
HWBH	106,233	
HWBWH	64,699	
HWPH	45,290	
その他(HW...H)	68,065	
計	6,220,227	

3. 再帰型トリップチェーンモデルの試案

(1) モデルの検討

1日の分布交通量を考慮するため、トリップチェーンを反映できる再帰型ロジットモデルでグラビティタイ

プの分布交通量モデルを構築する。ここで再帰型ロジットモデルを使用する理由としては、Fosgerau et al¹⁾²⁾が提案したリンクベース再帰型経路選択モデルに2つの利点があるからである。1つ目がノード毎に逐次選択を繰り返すモデルであるため無数に存在する経路の選択肢を列挙せずにパラメータ推定を行える点と2つ目が直前の選択経路の効用とその先の帰宅までのすべての経路選択の総効用を価値関数で考慮できるという点だ。

式(1)は、居住人口のうち外出者数にトリップチェーンの選択確率を掛け合わせることで、分布交通量を推計することができる。

$$t(\sigma) = G_i P(\sigma) = G_i e^{-\frac{1}{\mu} v(k_0)} \prod_{i=0}^{l-1} e^{\frac{1}{\mu} (v(k_{i+1}) | k_i)} \quad (1)$$

ここで、 $t(\sigma)$ をトリップチェーン σ の分布交通量、 G_i を外出行動のある居住人口、 $P(\sigma)$ をトリップチェーンの選択確率、現時点でのリンクを k_i 、次のリンクを k_{i+1} とする。 $P(\sigma)$ はグラビティモデルを元に、日ベースの分布交通量を推計するトリップチェーンを反映する再帰型ロジットモデルである。

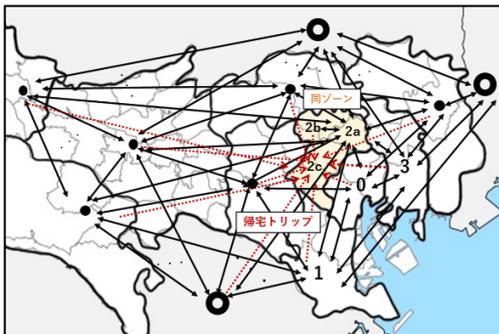


図-2 神奈川発の再帰型目的地選択モデルのネットワーク

0:千代田区 1:品川区 2:豊島区 3:江東区

(2)再帰型トリップチェーンのネットワーク設定

図-2にH30PTデータで設定されている大ゾーンでリンク設定のイメージを記す。ゾーン数は54、それぞれ発地(自宅)、内々、着地(自宅)とノードを計163設定し、全ゾーンが繋がるようにネットワークを構築する。ただし、全ゾーンの各ノードを図に示すと複雑になるため図-2では簡略化しており豊島区を含むゾーン2がトリップチェーンの発着地の場合のネットワークを示している。

2aが発地(自宅)、2bがゾーン内々、2cが着地(自宅)である。ここでの強い仮定は一日のトリップの中で自宅発で必ず帰宅することである。OD間の交通サービス水準(LOS)と集中交通量を変数とする再帰型ロジットモデルの効用関数で、1日のトリップチェーンを表現できる。

4. トリップチェーン選択確率の試算結果

本モデルでの再現性の確認のため、パラメータを外生し、基本的な変数を使用した効用関数 v_{ij} を設定し大ゾーンでのトリップチェーン選択確率の試算を行った。結果を表-2に示す。ここで、 GC_{ij} を一般化費用($\omega=40$ 円/分)、 A_i をノードの集中量(鉄道利用者)、 $\beta=-0.0025$ 、 $\gamma=-0.0001$ をパラメータとする。効用関数は式(2)となる。

$$v_{ij} = \beta \times GC_{ij} + \gamma / A_i \quad (2)$$

表-2より、現況再現が不十分な原因は、パラメータを推定できていないこと、LOSの設定の問題、特に内々交通の効用値が過大になり過ぎていることが考えられる。

表-2 試算結果(大ゾーン)

トリップチェーン	H30PTの実績値	予測値	実績値割合	予測値割合
豊島区-千代田区-豊島区(2-0-2)	102,300	48,487	30.3%	14.4%
豊島区-豊島区-豊島区(2-2-2)	67,591	217,991	20.0%	64.6%
豊島区-江東区-豊島区(2-3-2)	22,051	10,428	6.5%	3.1%
豊島区-品川区-豊島区(2-1-2)	17,943	2,290	5.3%	0.7%
豊島区-千代田区-豊島区-豊島区(2-0-2-2)	3,424	604	1.0%	0.2%

5. おわりに

コロナウイルス感染拡大により人々の生活様式が変化し、東京都心で集中量が大きく減少したことをきっかけに、トリップチェーンアプローチで将来の分布交通量を推計する新しい技術の必要性が増したと考えた。そこで、本研究ではトリップチェーンを考慮することの重要さと、再帰型目的地選択モデルを用いた分布交通量推計の可能性を記述した。しかし、本推計手法には多くの課題が残っており、課題を以下に記載しておく。

- 1) 本研究では鉄道トリップのみ対象としており、従来の四段階推定法と全交通機関分布モデルとは異なるが、これは単一リンクではなく、マルチモーダルネットワークとして、全交通機関を対象とした分布交通量推計とすることで対処できる可能はある。ただし、トリップ間の交通機関選択の慣性項の配慮が必要と思われる。
- 2) トリップごとのトリップ目的の推定方法にも本稿では触れていない。トリップ目的によって時間価値が異なることは既知であり、これを配慮する必要がある。
- 3) 四段階推定法でも使用されており精度が担保されていると考えられるフレーター法やグラビティモデルと本方法の推計精度を比較し検証する必要がある。

参考文献

- 1) Kitamura, R. : Incorporating trip chaining into analysis of destination choice Transportation Research B, 18B (4), pp. 67-81,1984.
- 2) Fosgerau, M., Frejinger, E., and Karlstrom, A. : A link based network route choice model with unrestricted choice set, Transportation Research Part B, Vol56, 2013