

交通計画 講義ノート

5. 将来の予測 その3

(分布の続きと分担, 配分)

東京工業大学
総合理工学研究科
土木・環境工学科
教授 屋井鉄雄

注意: 研究室のHPから資料をダウンロードすること

(5) 分布交通量の予測(続き)

2) グラビティモデル法

グラビティモデル(重力モデル)は、ニュートンの万有引力の法則を交通量予測に当てはめたモデルである。すなわち、ゾーン間の交通量が、各ゾーンの質量に相当する発生・集中交通量と、ゾーン間の距離抵抗との関数によって決められる、と考えるモデルである。基本式は、

$$T_{ij} = k \cdot G_i^\alpha \cdot A_j^\beta \cdot f(d_{ij})$$

ここに、 k α β : パラメータ

d_{ij} : ゾーン間の距離

f : 距離抵抗を表す関数

によって表される。 f には、

$$f(d_{ij}) = d_{ij}^{-\gamma} \quad (\text{べき乗型})$$

$$f(d_{ij}) = \exp(-b \cdot d_{ij}) \quad (\text{指数型})$$

$$f(d_{ij}) = a \cdot d_{ij}^{-\gamma} \cdot \exp(-b \cdot d_{ij}) \quad (\text{ガンマ型})$$

等の種類がある。ここで、 a , b , γ はパラメータである。これらのパラメータの推定には、現況の交通量データと距離データを用いた非線形最小二乗法が使われる。グラビティモデルには OD表の全ての分布交通量が得られていなくてもパラメータの推定が行える利点がある。

2) グラビティモデル法(続き)

なお, 式(4-12)の両辺を対数変換して,

$$\ln T_{ij} = \ln k + \alpha \ln G_i + \beta \ln A_j + \ln f(d_{ij})$$

とすることにより, パラメータに関する線形関数に変換して通常の最小二乗法に帰着させることもできる。しかし, 対数変換によって交通量の大きなゾーン間で推計誤差が増すことがあるので注意を要する。

また, グラビティモデル式で計算された分布交通量を, 出発地ゾーンや到着地ゾーンで集計しても, 所与の発生交通量, 集中交通量と一致しない。

そのため, この推計結果をフレーター法等の計算式における現況の t_{ij} と考えて, 発生・集中交通量が総量制約を満たすように再計算を行い, 最終的な予測値 T_{ij} を得る方法が用いられる。

2) グラビティモデル法(続き)

また, グラビティモデル式を修正して, 発生交通量の制約を満たすように実用化されたモデルもいくつか提案されている。

これらは修正グラビティモデルと呼ばれる。

ブーヒーズ(Voorhees)型モデル

$$T_{ij} = G_i \frac{A_j f(d_{ij})}{\sum_j A_j f(d_{ij})}$$

米国道路局(BPR)モデル

$$T_{ij} = G_i \frac{A_j k_{ij} f(d_{ij})}{\sum_j A_j k_{ij} f(d_{ij})}$$

k_{ij} はゾーン間の調整係数と呼ばれ, 現況の実績値と推計値との比が用いられる。

これらの式では, 発生側の総量制約は満たすが, 集中側を満足しないため, 集中量の実績値と推計値との比が1に近づくように繰り返し計算を行って, 最終的な分布交通量を得る。これを二重制約型のモデルと呼ぶ。

3) エントロピーモデル

黒板を使って概略の講義を行う

(6) 交通機関別分担交通量の予測

- 分布交通量の推計後にOD間毎に交通機関分担を推計する場合には、トリップインターチェンジモデルと呼ばれる。
- これに対して、分布交通量推計の前に交通機関分担を行う場合、目的地によらず発生ゾーンの特徴だけで分担率が決定される。これをトリップエンドモデルと呼ぶ。
- OD間の交通条件による分担率変化の予測が交通計画の重要な課題であることから、四段階推計法では通常トリップインターチェンジモデルが採用されている。
- 交通機関分担率の予測方法には、分担率曲線を用いる方法と、犠牲量モデル法、集計ロジットモデル法、非集計モデル法などがある。

(6) 交通機関別分担交通量の予測(続き)

1) 集計ロジットモデル法

この方法は、以下に示す集計ロジットモデルのパラメータを現況データから推定した上で、将来の交通条件をモデルに代入することによって、将来の分担率を得る方法である。多くの説明要因を同時に考慮できる利点と、3つ以上の交通機関の分担率を同時に推計できる利点とを有する。

交通機関 $m(m=1, \dots, M)$ の分担率 P_m が、

$$P_m = \frac{\exp(V_m)}{\sum_{m=1}^M \exp(V_m)}, \quad (m=1, \dots, M)$$

$$V_m = \sum_k \alpha_k X_{km}$$

である。ここで、 X_{km} は交通機関 m の時間や費用といった説明要因、 α_k はパラメータである。モデル形式は非集計モデルと変わらない。パラメータの推定には最尤法が用いられる。

1) 集計ロジットモデル法(続き)

もし、2つの交通機関の分担率を逐次求めるなら、式を以下のように書き換える。

$$P_1 = \frac{1}{1 + \exp(\Delta V)}$$

$$\Delta V = \sum_k \alpha_k (X_{k2} - X_{k1})$$

$$P_1 + P_2 = 1$$

これは二肢選択ロジットモデル(binary logit model)と呼ばれる。

この式で、分担率曲線法と同様に段階的な分担率の算出が行える。

なお、パラメータ α_k の推定のため、以下の変換により最小二乗法を適用できる。

$$\ln\{(1 - P_1) / P_1\} = \sum_k \alpha_k (X_{k2} - X_{k1})$$

2) 犠牲量モデル法

黒板を使って講義

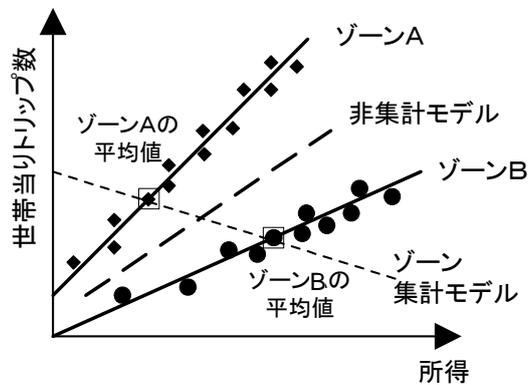
3) 非集計モデル法

既に勉強済み

表 非集計モデルと集計モデルの比較

	非集計モデル	集計モデル
モデルの被説明変数	個人の選択確率	ゾーンごとの選択比率（集計のシェア）など
モデルの説明変数	個々のトリップの値、個人属性等	ゾーンの代表値または平均値
モデル作成に要するサンプル数	個々のサンプルをそのまま用いるので少なく済む	ゾーン単位で1サンプルとなるため数多く必要
モデルの推定方法	最尤法	最小二乗法
モデルの理論的背景	ランダム効用理論	多くは経験式
予測の手順		
四段階推計法の各段階に対応したモデルの名称	発生頻度モデル 目的地選択モデル 交通手段選択モデル 経路選択モデル	発生/集中モデル 分布交通量モデル 交通機関選択モデル 交通量配分
モデルの利点	<ul style="list-style-type: none"> 理論的基礎が明快 モデル化のサンプルが少なく済む 個人属性を入れやすい マーケットセグメンテーションを行いやすい 	<ul style="list-style-type: none"> モデル作成は比較的簡単 サービスデータの設定作業が比較的容易
モデルの欠点	<ul style="list-style-type: none"> サービスデータ作成を個々のトリップに対して行う必要がある サンプルが少なすぎればモデルが不安定になる 	<ul style="list-style-type: none"> 膨大な調査が必要 実際と逆の相関が発生することがある。

出典：土木学会編(1993), 新体系土木工学60交通計画, 表-5.11に加筆



生態学的相関を表す図

(7) 配分交通量の予測

- 配分交通量の予測は、交通機関別のOD交通量を用いて、道路ネットワークや鉄道ネットワーク上の各リンクの交通量を予測することをいう。
- これによって既存ネットワークや将来整備される区間の交通量が予測される。
- 配分モデルは、その理論的側面や数学的解法からいくつかに分類されるが、道路ネットワークで実用性の高いものとして、等時間配分法と転換率モデル法がある。
- 鉄道ネットワークの配分では、非集計モデルを用いた確率均衡配分が行われる。

(7)は道路交通需要予測の理論と適用(土木学会, 2003)を参考・引用し構成している

(7) 配分交通量の予測(続き)

1) 等時間配分法

Wardropの第一原則(等時間原則)に従った配分手法であり、これを厳密な均衡解として推計する方法が**利用者均衡配分法**である。なお、近似解法として、ODを*n*回に分割して、各回ごとにリンク旅行速度を修正しながら最短経路探索を行って配分する手法が**分割配分法**である。

2) 転換率モデル法

高速道路については道路公団や首都高速道路公団などが独自に転換率モデルをもち、新設道路への転換交通量を計算している。転換率曲線ともいえるが、モデルの形式は交通機関分担で紹介した集計ロジットモデルと形式的に似ている。この方式では、現況データなどからモデルのパラメータを決定することが必要である。

旧日本道路公団の転換率式は、次のように表される。

$$P = \frac{1}{1 + \alpha \{C/(T \cdot S)\}^\beta / T^\gamma}$$

これは高速道路と一般道路との経路分担を表すモデルであり、*P*は高速道路の分担率、*C*は高速道路の料金、*T*は高速道路と一般道路との時間差 (*T*>0)、*S*はシフト率(国民1人当りのGNPの上昇)と呼ばれる。*α*、*β*、*γ*はパラメータである。

3) 利用者均衡配分の考え方(続き)

○J. G. Wardrop(ワードロップ)は1952年に以下の二つの原則を提唱している。
(ここでいう「原則」とは、立証されている真理という意味ではなく、交通現象の分析にあたっての前提条件としてこのような仮定をおくという意味である)

Wardropの第一原則(等時間原則)

「それぞれのドライバーは自分にとって最も旅行時間の短い経路を選択する。(最短経路選択ルール。)その結果として、起終点間に存在する経路のうち、利用される経路の旅行時間は皆等しく、利用されない経路の旅行時間よりも小さいか、せいぜい等しいという状態となる。」(利用者均衡配分)

Wardropの第二原則

「道路ネットワーク上の総旅行時間が最小となる。」

第一原則と第二原則は同時に満たされることもあるが、一般には両立しない。「利用者均衡配分法」とは、このうちの第一原則を満たすように交通量を配分する方法であり、第二原則を満たす配分方法は「システム最適配分」と呼ばれる。

課題1: 二重制約型のグラビティモデルにおいて、フレーター法などの現在パターン法を適用する必要があるのは何故か？

課題2: ワードロップの第1原則はどのような条件があれば成立するか？
現在の東京の道路交通において成立していないのは何故か？