

○中央大学大学院 学生員 五味将典

中央大学理工学部 正員 谷下雅義 中央大学理工学部 正員 鹿島 茂

1. はじめに

鉄道通勤交通の出発時間分布の把握は交通管理政策を検討する上で重要であるが、駅ごとの出発時間分布についての研究は少ない。そのため、利用する駅によって個人属性が異なる場合の出発時間分布、郊外化の進展による出発時間分布の変化などについてはほとんど議論されていないのが現状である。

そこで、本研究では、複数の駅を考慮した出発時刻選択モデルを提示し、このモデルを用いて駅ごとの属性の違いや郊外化の進展が出発時間分布に与える影響について考察することを目的とする。

2. モデル

(1) 前提となる諸仮定

・鉄道：郊外から都心を連結している1本の通勤鉄道を考える。駅数は S 、各駅間の所要時間は $d_j(j=1 \sim S)$ とする。通勤鉄道はすべて最郊外の駅から運行し、始発から業務開始に間に合うまでの通勤鉄道の本数を X とする。

・家計の立地分布：駅 i を利用する家計の数を N_i とし、各家計から毎日1人の個人が駅を利用して通勤する(自動車通勤や立地変更は考えない)。

・個人の行動：トリップによる粗効用から混雑及び早着による不効用を差し引いた効用を最大にするように出発(到着)時刻を決定する。同じ駅を利用する人の効用関数はすべて等しい。業務開始時刻は全員同じものであり、遅刻はしない。

(2) モデルの定式化

1) 個人の効用関数^{1) 2)}

利用駅 i 、到着時刻 k の通勤鉄道を利用したときの効用関数 V_{ik} を次のように定義する。

$$V_{ik} = A_i - \alpha_i \cdot \sum_{j=1}^S d_j \cdot (N_{jk} / q_k)^{\gamma_i} - \beta_i \cdot T_k \quad (1)$$

A_i : 駅 i を利用する個人が通勤により得る効用

d_j : 区間 j の所要時間・

$N_{jk} = \sum_i N_{ijk}$: 時刻 k に到着する通勤鉄道における区間 j での乗車人数

N_{ijk} : 駅 i を利用する個人が到着時刻 k の通勤鉄道に乗り、区間 j を通過する数

q_k : 到着時刻 k の通勤鉄道の定員

α_i, γ_i : 駅 i を利用する個人の混雑による不効用を規定するパラメータ

β_i : 駅 i を利用する個人の早着の不効用を規定するパラメータ

T_k : 到着時刻 k の通勤鉄道を利用したときの業務開始までの早着時間

なお、第2項は混雑による不効用を、第3項は早着による不効用を示す。

2) 出発(到着)時刻選択³⁾

各個人は、効用が最大になるよう到着時刻 k を選択しようとする。ここで、個人が認識する効用は通常のランダム効用理論と同様に加法的ランダム項によって表される不確実性を含んでいるものとする。出発時刻選択は以下のようなロジットモデルで表現される。

$$P_{ik} = \frac{\exp(\theta V_{ik})}{\sum_{j=1}^X \exp(\theta V_{ij})} \quad (2)$$

P_{ik} : 駅 i を利用する個人の到着時刻 k の通勤鉄道の選択比率

θ : ロジットモデルにおけるランダム性の大きさを規定するパラメータ

(2)式から、駅 i における到着時刻 k の通勤鉄道の利用者数は次式のようになる。

$$N_{ik} = \frac{N_i \exp(\theta V_{ik})}{\sum_{j=1}^X \exp(\theta V_{ij})} \quad (3)$$

3) 均衡状態

均衡状態は、もはや誰も到着時刻を変える誘因をもたない状態であり、(1)式と(3)式の連立方程式を解くことにより得られる。この結果、駅ごとの出発時間分布、(4)式で表現される効用水準の期待最大値及び各通勤鉄道の混雑率が求まる。

$$V_i = \frac{1}{\theta} \ln \left(\sum_{k=1}^K \exp(\theta V_{ik}) \right) \quad (4)$$

キーワード 通勤交通、出発時間分布

中央大学 理工学部 土木工学科

〒112 東京都文京区春日1-13-27

Tel 03-3817-1817 FAX 03-3817-1803

3. 数値シミュレーション

非線形方程式で表されるこのモデルの解析的な取り扱いには限界があるため、モデルの解の挙動を知るために数値シミュレーションを行った。駅ごとの個人属性の違いの有無別に、郊外化の進展による出発時間分布への影響を分析する。ここで通勤鉄道は等時間間隔で運行するものとし、その駅数(S)は3で郊外の方から A, B, C 駅とする。また郊外化の進展を都心居住、郊外化初期、郊外化の3つの状態で表す。

I) 利用駅によらず個人属性が同じ場合 (図1(I))

郊外化の進展に従って全駅で出発時刻が遅くなるほど利用者数が若干多くなる傾向が見られる。C 駅の利用者の効用水準が郊外化の進展とともに若干増加する。

II) 利用駅ごとに個人属性が異なる場合 (図1(II))

郊外に居住する人ほど混雑による不効用パラメータが小さく (α 小), 早着による不効用パラメータが大きい (β 大) と仮定する。都心居住の状態では

出発時刻が遅くなるにつれ利用者数がA駅では増加するが B, C 駅では減少している。郊外化の進展とともに B, C 駅では出発時刻が遅い利用者の比率が増加している。また、混雑率（全体の乗車人数）は郊外化するにつれ平準化している。効用水準は全駅で郊外化とともに低下する。

4. 今後の課題

本モデルは、到着時刻を固定し定員を一定としている、行動を単純化しすぎている等改善すべき点が多い。また、3. II) で利用する駅ごとに個人属性が異なると仮定したが、その検証が必要である。

【参考文献】 1) 運輸経済研究センター(1996)「オフピーク通勤に関する調査報告書」pp.141-150, 2) 小林・奥村・永野(1996)「鉄道通勤交通における出発時間分布に関する理論的研究」土木計画学研究・講演集 No.19(2), pp.245-248, 土木学会, 3) 上田・松策(1996)「都市群システムにおける構造の安定性と変化に関するモデル分析」土木学会論文集 No.542, pp.33-43, 土木学会

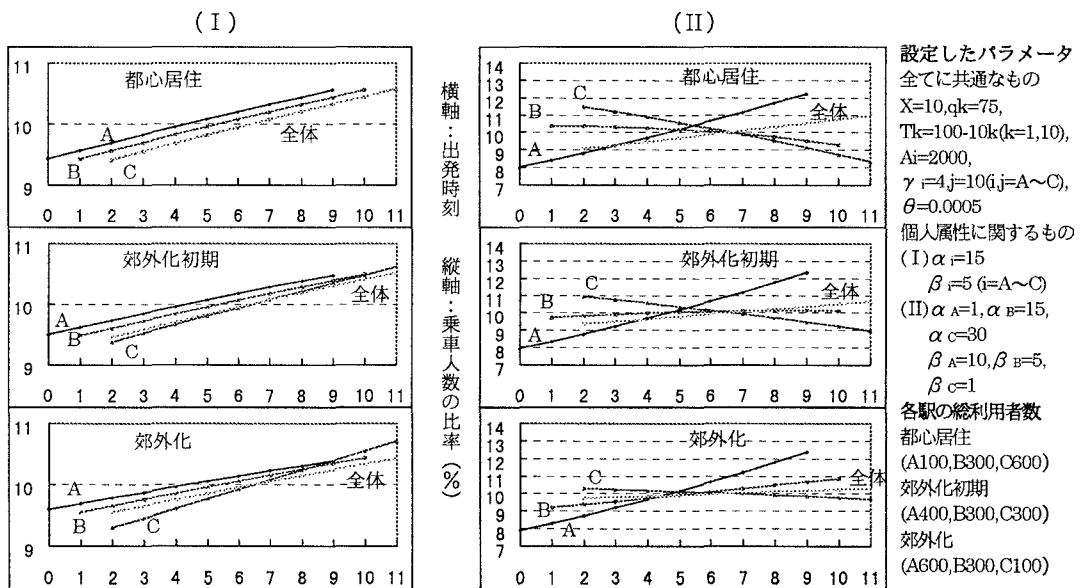


図-1 時間帯別の鉄道利用者数分布

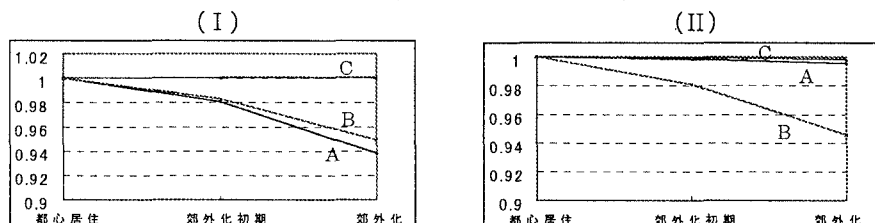


図-2 効用水準 S_i の変化(都心居住の場合を1としている)