

大阪空港におけるアクセス行動の
出発時刻・交通機関選択の同時決定モデルの構築と検証

熊本大学工学部 学生員 青木逸人 熊本大学大学院 学生員 宅間文夫
熊本大学工学部 正 員 山下智志 神戸大学工学部 正 員 黒田勝彦

1. はじめに

現在の空港アクセスは、地下鉄や鉄道などの、定時性が確保できる交通機関がまだ整備されていない。そのため、今後整備を進めるにあたって遅刻を考慮した旅行者のアクセス行動の分析が必要である。

そこで、昨年の黒田・山下・加藤¹⁾の論文では、交通機関を与件とし、実旅行時間と遅刻の不効用(遅刻ペナルティ)のトレードオフによりモデルの定式化を行った。しかし、旅行者は出発時刻と交通機関選択を同時に行う。よって、交通機関を与件としているこのモデルでは旅行者のアクセス行動を正確に反映しているとは言えない。

そこで本研究は、実旅行時間と遅刻ペナルティに機関別のアクセス費用を加味したモデルを構築し、旅行者のアクセス行動分析を行うことが目的である。

2. モデルの定式化

不効用最小化による出発時刻と交通機関選択の同時決定モデルの定式化を下記のように行った。

$$\min \min L_j = \theta \times (t_a - t_{ij}) + \alpha_j \times F_1 \{t_a - t_{ij}\} + C_i$$

ここで、 L_j : 個人jの不効用 ……①

t_a : 到着制約時刻

t_{ij} : 個人jの交通機関iにおける出発時刻

n : 交通機関の数

α_j : 個人jの遅刻ペナルティ (円換算値)

$F_1 \{t_a - t_{ij}\}$: 交通機関がiで出発時刻が t_{ij} のとき、 t_a までに到着できない確率(遅刻確率)

θ : 時間価値 (円換算値)

C_i : 交通機関iの空港までのアクセス費用

旅行者の旅行時間知覚分布が $N[\mu_i, \sigma_i^2]$ に従うと仮定すると、

$$\frac{dL_j}{dt_{ij}} = -\theta + \frac{\alpha_j}{\sigma_i} \times \phi \left[\frac{t_a - (t_{ij} + \mu_i)}{\sigma_i} \right]$$

μ_i : 交通機関iの実旅行時間の平均値

σ_i : 交通機関iの実旅行時間の標準偏差

$\phi(\cdot)$: 標準正規確率密度関数

不効用最小化より $dL_j/dt_{ij} = 0$ を解くと、

$$\phi^{-1} \left[\frac{\theta \cdot \sigma_i}{\alpha_j} \right] = \frac{t_a - t_{ij} - \mu_i}{\sigma_i}$$

$\phi^{-1}(\cdot)$: 標準正規確率密度関数の逆関数

実効旅行時間の定義より、

$$T_p = t_a - t_{ij} = \mu_i + T_{oij}$$

$$= \mu_i + \sigma_i \times \phi^{-1} \left[\frac{\theta \cdot \sigma_i}{\alpha_j} \right]$$

であるから、

$$T_{oij} = \sigma_i \times \phi^{-1} \left[\frac{\sigma_i}{\alpha_j} \times \theta \right]$$

$\alpha_j = \frac{\sigma_i}{\phi \left[\frac{T_{oij}}{\sigma_i} \right]} \times \theta$ T_p : 実効旅行時間
 T_{oij} : 個人jの交通機関iにおけるペナルティ・ゾーン

となり、遅刻ペナルティ α_j の式が得られる。

3. 使用データ

データは、昨年11月大阪空港で行われたアンケート結果(有効データ数1024)を利用する。

(1) アンケートの内容

個人jの $\left[\begin{array}{l} t_a, t_{ij}, C_i, \text{到着予定時刻} \\ \text{到着時刻, 出発地, 目的, 利用頻度} \\ \text{利用交通機関} \end{array} \right]$
 (アンダーライン: 使用データ)

(2) 研究対象地域及び利用交通機関

対象地域	利用交通機関
福島区	鉄道(5,410), リムジンバス(18,440)
北区(44)	送迎(7,1320), タクシー(14,4080)

(データ数, アクセス費用(円))

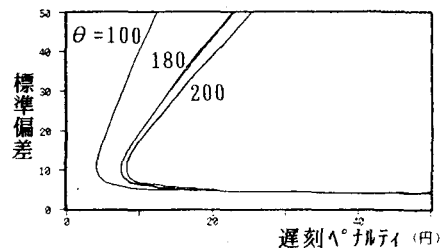


図-1 余裕時間 $T_{oij}=10$ (分)

4. 旅行者のアクセス行動分析結果

(1) 旅行者の正規旅行時間知覚分布の標準偏差 σ_i

と遅刻ペナルティ及び時間価値の関係

2. で得た②式より、時間価値 θ と余裕時間 T_{0ij} をもつ個人 j の、遅刻ペナルティ α_j と交通機関 i に対する知覚分布の標準偏差 σ_{ij} の関係を図-1に示す。この図により、従来入手困難であった旅行者の正規旅行時間知覚分布の標準偏差 σ_{ij} の分布を知ることができる。

(2) 交通機関 i の所要時間の標準偏差 σ_i を既値としたときの、時間価値と遅刻ペナルティ、及び利用交通機関の関係

2. で求めた②式を①式に代入し、 L_j を θ の関数で表した。

$$L_j = \left[t_d - t_{ij} + \frac{\sigma_i \cdot F_i \{t_d - t_{ij}\}}{\phi \left(\frac{T_{0ij}}{\sigma_i} \right)} \right] \times \theta + C_i \quad \dots\dots ③$$

最初に、交通機関 i の所要時間の標準偏差 σ_i を既値、時間価値 θ と余裕時間 T_{0ij} を変数として、③式により算出した交通機関別の不効用関数値の結果を図-2に示す。

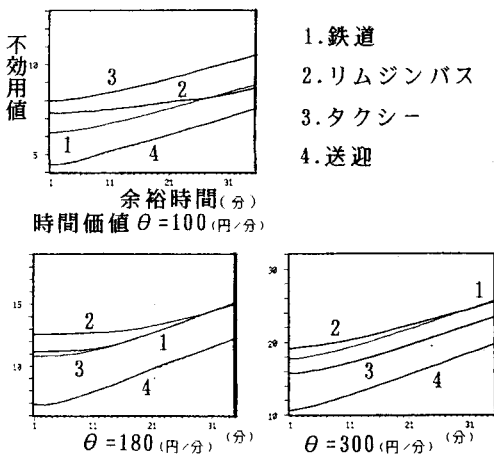


図-2

旅行者は不効用の一番小さい交通機関を利用するので、図-2より、「1.鉄道」と「2.リムジンバス」は余裕時間が、そして「3.タクシー」と「1.鉄道及び2.リムジンバス」は時間価値が両者の交通機関選択の主な決定要因であると言える。また送迎の不効用値は余裕時間や時間価値に関わらず、常に他の交通機関の不効用値を下回った。よって送迎は、全ての旅行者にとって最も最適な交通機関であるが、必ずしも利用可能な手段であるとは限らないので、送迎が利用可能な旅行者のみ送迎を選択するものと考えられる。

また、時間価値 $\theta=180$ (円/分)の前後で利用交通機関

が変化することが分かった。そこで今度は、余裕時間 T_{0ij} を変数として、時間価値 θ の感度分析を行ったときの交通機関別の不効用値を③式により算出し、利用交通機関が入れ替わるときの余裕時間の値を調べた結果を図-3に示す。

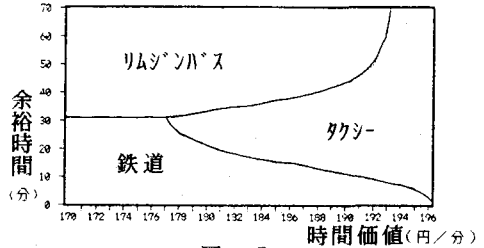


図-3

最後に図-3のY軸の値を、②式を使って余裕時間から遅刻ペナルティに変換した結果を図-4に示す。

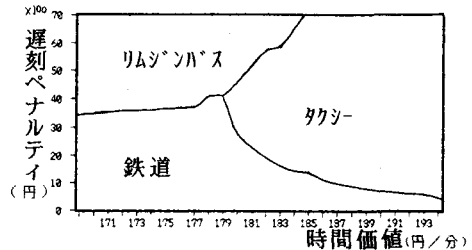


図-4

図-4を見て分かるように、①時間価値 $\theta=180$ (円/分)までは、遅刻ペナルティ $\alpha_j=4000$ (円)付近を境に、利用交通機関(鉄道とリムジンバス)が変化している。②時間価値 θ が180を越えるにつれて、タクシー利用者が増加し、鉄道とリムジンバスの利用者が減少している。この図より、時間価値 θ と遅刻ペナルティ α_j の関係、及び利用交通機関の推定が得られる。

5. おわりに

今回は、時間価値 θ というパラメーターを使用することにより、出発時刻と交通機関選択の同時決定モデルの定式化を行った。その結果、①遅刻ペナルティと時間価値より、旅行者の交通機関選択を得た。②旅行者の余裕時間より、旅行時間知覚分布の標準偏差を得た。しかし本研究では、時間価値 θ の機関別や個人別の個性性を無視している。今後はこのような時間価値 θ の算出方法を構築することが課題である。

参考文献

- 1) 黒田・山下・加藤：大阪空港におけるアクセス行動分析，土木学会西部支部講演集，pp.700-701，1993.