

宿泊を伴う交通行動の予測モデルの作成

九州大学工学部 ○学生員 富永 幸生
九州大学工学部 正 員 大枝 良直
九州大学工学部 正 員 角 知憲

1. はじめに

交通行動には宿泊を伴うケースがある。ここでは業務を目的とした長距離交通を行う旅客について考える。指定時刻に目的地に行くように義務づけられた旅客が当日出発する場合と前日出発して目的地に宿泊する場合のモデルを作成する。

2. 宿泊を伴う交通行動のモデル化

(1) 非効用の仮定

交通目的を達成するため、費用、時間、労働などを費やすが、その際それらの不利益が最小となるよう行動すると考えられる。そこで交通が行われる時刻に関係する非効用を仮定する。

D_1 : 出発時刻が早いための非効用

D_5 : 宿泊地到着時刻が遅いための非効用

D_7 : 当日指定時刻に遅れることの非効用

本論では、非効用 D_1, D_5, D_7 を以下のように仮定した。

$$D_1(t_d) = A \{ \exp(-\gamma t_d) - \exp(-\gamma t_b) \} \quad \dots (1)$$

$$D_5(t_h) = B \{ \exp(\beta t_h) - \exp(\beta t_a) \} \quad \dots (2)$$

$$D_7(t_h) = C \{ \exp(\theta(t_h - t_p)) - \exp(\theta(t_c - t_p)) \} \quad \dots (3)$$

t_d : 出発時刻, t_h : 目的地, 宿泊地到着時刻,

t_p : 到着指定時刻

$A, B, C, \beta, \gamma, \theta$: 正のパラメータ,

t_b : D_1 が弁別不能になる出発時刻,

t_a : D_5 が弁別不能になる宿泊地到着時刻

t_c : D_7 が弁別不能になる目的地到着時刻

(2) 当日出発行動モデル

非効用 D_1, D_7 を用い, t_n を所要時間として, $t_l = t_b + t_n, t_3 = t_c$ とすると,

① $t_3 \leq t_l$ の場合

$$D_{17}(t_h) = D_1(t_h - t_n) + D_7(t_h) \quad \dots (4)$$

このような図-1を示す。

最適な到着時刻 t_{hm} は、 D_{17} を微分することによって得られる。

$$\left. \frac{dD_{17}}{dt_h} \right|_{t_h=t_{hm}} = -\gamma A \{ \exp(-\gamma(t_h - t_n)) \} + \theta C \{ \exp(\theta(t_h - t_p)) \} \quad \dots (5)$$

これを0とおき t_{hm} について解くと

$$t_{hm} = \frac{1}{\gamma + \theta} (\gamma t_n + \theta t_p - \ln \frac{\gamma A}{\theta C}) \quad \dots (6)$$

非効用の最小値 D_{17}^* は上式を(5)式に代入することにより得られる。

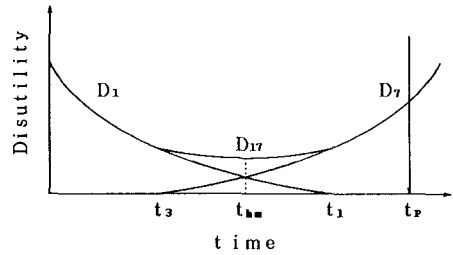


図-1

② $t_3 \geq t_l$ の場合

この時の非効用 D_1, D_7 を図-2に示す。

到着時刻 t_h が区間 (t_l, t_3) にある時は、非効用 D_1, D_7 の影響を受けず、旅客はこの時間帯に到着時刻を選ぶと考えられる。したがって、旅客の到着分布はこの時間帯にランダムに分布するものと考え、到着時刻の確率密度関数を次のようにおく。

$$\phi_{ch}(t_h | t_l, t_3) = \frac{1}{t_3 - t_l} \quad \dots (7)$$

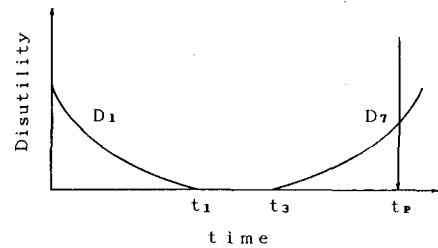


図-2

(3) 前日出発行動モデル

非効用 D_1, D_5 を用いるが、この日は旅客にとって目的地に移動することのみに費やすと仮定する。 $t_1 = t_b - t_n, t_2 = t_a$ とおくと、 $t_1 < t_2$ となる。

到着時刻 t_h で表された非効用 D_1, D_5 を図-3に示す。前述の(2)②と同様に、旅客の到着時刻分布は時間区分 (t_1, t_2) にランダムに分布するものと考え、この日の到着時刻の確率密度関数を次のようにおく。

$$\phi_{th}(t_h | t_1, t_2) = \frac{1}{t_2 - t_1} \quad \dots(8)$$

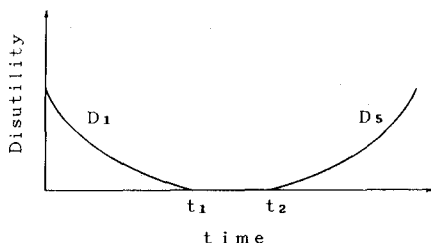


図-3

3. 個人差、場合差の導入

到着時刻 t_h は人や場合により変動する。この変動を式(1), (2), (3)に含まれる t_b, t_a, t_c, γ で表す。

(1) 当日出発行動の $t_3 \leq t_1$ の場合

到着時刻の確率密度関数を $\phi_{th}(t_h)$ 、所要時間の変動を $\phi_{tn}(t_n)$ で表すと、(6)式より次の関係を得る。

$$\phi_{th}(t_h | \gamma) = \phi_{tn}(t_n) \left| \frac{dt_n}{dt_h} \right|_{\gamma} \quad \dots(9)$$

また γ の分布を ϕ_{γ} と表すことにすると、到着時刻の分布 $\phi_{th}(t_h)$ は、

$$\phi_{th}(t_h) = \int \phi_{tn}(t_n) \left| \frac{dt_n}{dt_h} \right|_{\gamma} \cdot \phi_{\gamma}(\gamma) d\gamma \quad \dots(10)$$

となる。

(2) 当日出発行動の $t_3 > t_1$ の場合

t_1, t_3 の変動を、 $\phi_{t1}(t_1), \phi_{t3}(t_3)$ と表す

$$\phi_{t1}(t_1 | t_n) = \phi_{tb}(t_1 - t_n) \quad \dots(11)$$

$$\phi_{t3}(t_3) = \phi_{tc}(t_c) \quad \dots(12)$$

したがって到着時刻の分布 $\phi_{th}(t_h)$ は、

$$\begin{aligned} \phi_{th}(t_h) &= \int \phi_{th}(t_h | t_1, t_3) \\ &\quad \cdot \phi_{t1}(t_1 | t_n) \cdot \phi_{t3}(t_3) \cdot \phi_{tn}(t_n) dt_n \quad \dots(13) \end{aligned}$$

となる。

(3) 前日出発行動の場合

(2)と同様に、

$$\phi_{t1}(t_1 | t_n) = \phi_{tb}(t_1 - t_n) \quad \dots(14)$$

$$\phi_{t2}(t_2) = \phi_{ta}(t_a) \quad \dots(15)$$

とすれば、到着時刻の分布 $\phi_{th}(t_h)$ は、

$$\begin{aligned} \phi_{th}(t_h) &= \int \phi_{th}(t_h | t_1, t_2) \\ &\quad \cdot \phi_{t1}(t_1 | t_n) \cdot \phi_{t2}(t_2) \cdot \phi_{tn}(t_n) dt_n \quad \dots(16) \end{aligned}$$

となる。

4. 今後の検討と課題

ここでは指定時刻に目的地に到着するよう義務づけられた旅客が当日出発する場合と前日出発して目的地で宿泊する交通行動のモデルを提案した。今後の検討と課題を以下に述べる。

- ① モデルの妥当性を検証する必要がある、今後、このモデルを航空機を利用する旅客にたいして用いる予定である。
- ② モデルは当日出発する場合と前日出発する場合とを独立に扱っているが、目的地到着指定時刻に対して旅客が宿泊するかしないかの選択を考慮する必要があると考えられる。
- ③ 前日出発する旅客はこの日を目的地への移動のみに費やすと仮定しているが、日常の業務の中で交通行動として考えると出発地での業務を終了させて目的地へ出発するケースが考えられる。
このような場合、旅客が目的地到着時刻を選択するには出発地での滞在時間が影響すると考えられ、モデルに滞在時間に関する非効用を考慮する必要があると考えられる。
- ④ 一般に宿泊を伴う交通行動は様々なケースがあり、今回提案したモデルはその一部のケースにすぎない。今後、業務を目的とした交通行動を中心に、用務をはたした旅客が宿泊する交通行動モデル、本務以外に副次的な用件を含んだ交通行動モデルなどを検討していく予定である。