

IV-422

知覚旅行時間分布を考慮した出発時刻・経路選択行動の分析

大 阪 市 正 員 松 下 晃
 京 都 大 学 工 学 部 正 員 内 田 敬
 京 都 大 学 工 学 部 正 員 飯 田 恭 敬

1. はじめに

道路交通をより円滑に行わせるためには、経路のみならず時間的にも分散誘導することが望ましい。本研究では、空間的交通配分の考え方を拡張して時間・経路の両者を統一的に扱うために、遅刻をしないための余裕時間なども含めた時間である実効旅行時間を用いて、出発時刻・経路の選択行動をモデル化することをめざしている。実効旅行時間はドライバーの知覚旅行時間分布に依存しているため、それを知ることが必要となる。

本研究では知覚旅行時間の分布形を行動から逆推定することにより、ドライバーに旅行時間がどのように認識されているかを検討し、到着時刻制約を考えあわせてドライバーの遅刻に対する態度を調べて、出発時刻・経路選択行動を分析する。

2. 実効旅行時間モデル

通勤トリップを例に考えるとわかるように、いくら渋滞を回避して旅行時間が短くなるからといっても出発時刻を極端に早めるドライバーは現実には考えにくい。早く到着しすぎることは到着後の時間が無駄になってしまう不効用があるからである。このような行動を取り扱うのに実効旅行時間の概念が有効である¹⁾。本研究はさらにドライバーの知覚を明示的に取り扱う点を特徴とする。ドライバーの行動規範に立って交通行動を分析するためには、ドライバーの旅行に対する態度、認識を考える必要がある。ドライバーの感じている旅行時間も単に代表値だけではなく、分布(知覚旅行時間分布)として取り扱うことが望ましい²⁾。そこで、ドライバーの旅行時間の知覚分布を明示的に取り扱い、知覚旅行時間分布から実効旅行時間を与えることとする(図1参照)。

まず遅刻に対する抵抗の大きさを表す遅刻ペナルティを導入する。一方、出発時刻が決定されるとドライバーが許容した、知覚旅行時間分布のうちの遅刻する領域に属する部分の確率が定まる。これを許容遅刻確率と呼ぶ。

この遅刻ペナルティ γ と知覚旅行時間分布に基づいて出発時刻が決定されるとき、到着制約時刻と出発時刻の差の時間を実効旅行時間という。出発時刻及び経路の決定行動はこの実効旅行時間を最小化する行動と考える。

到着制約時刻 t_d が与件であるとすれば、最適な出発時刻 t_0^* は、経路を固定した場合、次式を最小化す

る出発時刻 t_0 で与えられる。

$$\min_{t_0} L = (t_d - t_0) + \gamma(1 - F(t_d | t_0)) \quad (1)$$

ここに、 $F(t_d | t_0)$ ：出発時刻が t_0 のときに時刻 t_d までに到着する確率の知覚値

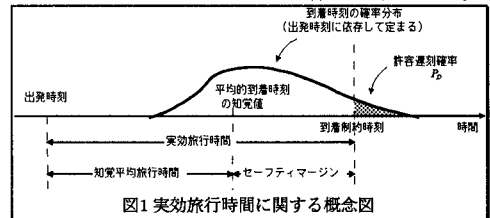


図1 実効旅行時間に関する概念図

このとき、 $dL/dt_0 = 0$ を解くことによって、出発時刻 t_0^* を求めることができるが、上式の $F(t_d | t_0)$ 、すなわち知覚旅行時間分布の特定が必要である。

3. 実データを用いた知覚旅行時間分布の特定

分析には1991～1992年に行われた堺所要時間表示パネル調査³⁾のデータを用いた。得られた総サンプル5,311から、記入内容が本研究に不適切なものを除外した453の回答を用いた。

知覚旅行時間分布を推定するために、まず回答者ごとに次式に従って正規化見積誤差時間を計算する。

[正規化見積誤差時間]

$$= ([\text{到着予定時刻}] - [\text{到着時刻}]) / [\text{見積旅行時間}]$$

以下でも用いる「正規化」は見積旅行時間で除してトリップ長の影響を取り除いた量という意味である。この値が正のときは予想以上に早く到着した場合であり、逆に負のときは予想よりも遅く到着したことを示す。

もし見積誤差時間を1ドライバーについて観測し続けたとすると、観測された見積誤差時間は知覚旅行時間分布と同じ形で分布すると思われる。本研究ではこれを横断面サンプルに拡張して考える。すなわち知覚旅行時間分布は同一経験を受けたドライバーについては一様であり、到着制約時刻が決まれば、各経路について一意に定まるものと仮定する。したがって、選択経路、出発時間帯ごとに集計した正規化見積誤差時間のヒストグラムの外形が正規化知覚旅行時間の確率密度関数の近似となる。

各出発時間帯・経路についてこの分布形を比較すると、全て0近くに平均値があるが、分布形が左右いずれかに歪んでいる場合が多いことが認められたので、これを分布の歪度を用いて表すことにした。

選択経路ごとに見ると、R26、堺線は歪度が負、

すなわち正規化知覚旅行時間が大きな方に確率密度が偏っており、湾岸線はその逆である。しかしいずれも、ラッシュ時を過ぎて出発時間帯が遅くなるにつれて歪度の絶対値は小さくなり0に近づく。これはラッシュ時にはR26、堺線で渋滞が生じやすいという知覚が強くなっていることを示している。

一方、時間帯別に見ると、すべての時間帯で歪度が負となった。午前中は程度の大小こそあれ旅行時間は現実よりも長めに知覚されている。

この分析の結果、歪度はその経路・時間帯の交通状態に依存することが予想される。そこで、ある経路・時間帯の交通量と歪度との比較分析を試みた。

経路の標準交通量として調査日の調査時間帯全ての1時間交通量の平均を用い、時間帯ごとの特性はその総平均からの交通量変化(台/時)に比例するとして、交通量変化と歪度の関係を見た。R26について観測されたデータを図2に示す。

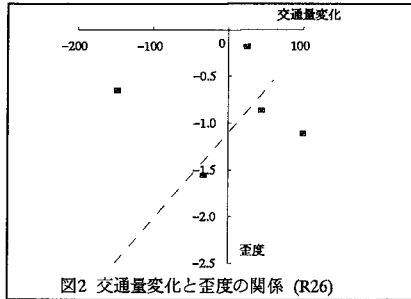


図2 交通量変化と歪度の関係 (R26)

以上の分析から、正規化知覚旅行時間分布の形状の特徴は、形は釣り鐘型に近いが、左右どちらかに歪んでいることが多く、その歪みが交通状態の特性や経路・時間帯の特性を端的に表していることがわかった。そこで下式に示す対数正規分布で近似する。

$$f(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi\sigma(x-b)}} \exp\left[-\frac{[\log(x-b)-\mu]^2}{2\sigma^2}\right] \quad (x > b), \quad 0 \quad (x \leq b)$$

$$f(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi\sigma(-x+b)}} \exp\left[-\frac{[\log(-x+b)-\mu]^2}{2\sigma^2}\right] \quad (x < b), \quad 0 \quad (x \geq b)$$

定義より正規化見積誤差分布の平均値は0であるから歪度と分布の範囲より μ, σ, b のすべてが決定できる。近似結果を表1に示す。

表1 対数正規分布に近似した際の正規化知覚旅行時間分布のパラメータ

経路	歪度	b	σ	μ
R26	-0.97389	0.24	0.6099	-1.6131
堺	-0.59429	0.33	0.4572	-1.1833
湾岸	0.36350	-0.32	0.3198	-1.1906

4. 出発時刻・経路選択モデルの作成・適用

ドライバーは旅行費用を最小にするために遅刻確率が許容遅刻確率に一致するように出発する。このときの到着制約時刻と出発時刻の差が実効旅行時間

となる。前章の検討で正規化知覚旅行時間の分布形が、また、回答データから正規化実効旅行時間 t_e' が分かっているので、許容遅刻確率 P_D を求めることができる。すなわち $P_D = 1 - G'(t_e' - 1)$ である。ここに G' は正規化知覚旅行時間の累積分布関数である。

全5回の調査データから第1～4回調査のサンプルだけを用いて、上式に従い許容遅刻確率を計算した。用いる正規化知覚旅行時間分布は各経路について30分ごとに分布形を更新した。用いたサンプル数は265である。結果は P_D の平均値が21.64%となった。この P_D を個人属性で説明するために回帰分析を行い次式を得た。なお、 γ は $1/P_D$ で求めることができる。

$$[\text{許容遅刻確率}] = 2.226 + [\text{製造業}] * (-0.056) + [\text{小売業}] * (0.065) \\ + [\text{金融・保険業}] * (0.158) + [\text{販売サービス業}] * (0.125) \\ + [\text{職業運転手}] * (-0.100) + [\text{技術・製造職}] * (-0.071)$$

第5回調査のサンプルについて上式を許容遅刻確率の決定式として適用し(回帰モデル)、式(1)により出発時刻・経路を決定した。結果は表2、3に示すとおりである。比較対象として知覚旅行時間分布を用いない知覚平均旅行時間のみによる推定(平均値モデル)も行った。平均値モデルより回帰モデルの方が特に出発時刻の推定に優れていることが分かった。

表2 経路選択の推定値と実際の経路選択の一致率

	回帰モデル	平均値モデル
高速料金を考慮	54%	51%
高速料金を考慮せず	16%	15%

表3 出発時刻の推定値と実際の出発時刻の差

	回帰モデル	平均値モデル
高速料金を考慮	0.1064	7.0426
	19.4464	18.8114
高速料金を考慮せず	17.8085	23.9468
	18.1453	18.0676

サンプル数 = 94

凡 平均値(分)
例 標準偏差(分)

5. 結論

本研究では、実行動データより、対数正規分布で表した知覚旅行時間分布を推定し、到着制約時刻に対する出発時刻の最適値を経路ごとに求めるモデルを作成し、それらの経路のなかで「出発時刻の最も遅い経路が旅行時間費用が最も少なく、ドライバーはそれを選択する」というルールによる出発時刻・経路同時選択モデルを構築した。推定結果は知覚旅行時間の分布を考慮しないときに比べ、かなり正確に出発時刻を予測できるものであった。

【参考文献】

- 1) Hall R.W.: Travel outcome and performance: the effect of uncertainty on accessibility, Transportation Research, Vol.17B, pp.275-290, 1983.
- 2) 飯田恭敬・内田敬: リスク対応行動を考慮した道路交通網経路配分, 特集論文「社会基盤整備のためのリスク分析」, 土木学会論文集, No.464, pp.63-72, 1993.
- 3) 飯田恭敬・内田敬・中原正顕・廣松幹雄: 交通情報提供下の経路選択行動のパネル調査, 土木計画学研究・講演集, No.16(1), pp.7-12, 1993.