

## IV-279

出発時刻による所要時間の変動を考慮した貨物車交通における  
経路・出発時刻選択モデルの構築

京都大学大学院 学生員 神尾 亮

京都大学大学院 正 員 山本俊行

京都大学大学院 正 員 北村隆一

## 1. はじめに

近年その重要度を増している空間的・時間的に局所的な交通政策を策定するにあたり、日交通量やピーク時交通量のみならず、時間帯別の交通量予測の必要性が高まっている。時間帯別交通量を予測するためには交通主体の出発時刻選択行動を把握する必要がある、通勤交通等においては遅刻確率等を考慮した分析が行われている<sup>1)</sup>。しかしながら、貨物車交通においては、遅刻損失・早着損失のトレードオフの他に、業種によって貨物輸送に適した時間帯の存在や、制約時刻が明示的でない場合における出発時刻による所要時間の変動を考慮した分析が必要であると考えられる。

そこで本研究では、貨物車交通における時間帯別交通量の予測のための基礎的な知見を得るために、貨物車輸送を行うドライバーに着目し、出発時刻による所要時間の変動を考慮した経路・出発時刻選択行動のモデルを構築した。

## 2. データの概要

本研究では、兵庫地区における、阪神高速北神戸線延伸や本四連絡橋供用などの道路整備効果の把握を目的に実施された路側調査のデータを用いた。この調査では、阪神高速道路料金所の通過者に手渡し配布し、郵送により回収した。なお、総配布数は7990枚で、回収調査票は、その12.6%にあたる1009枚であった。

分析においては、回収調査票のうち、移動目的が貨物車輸送であった169サンプルの、当該トリップに関するデータ、代替路線に関するデータ、物資輸送者の属性に関するデータを用いた。

## 3. モデルの概要

## (1) モデルの枠組み

貨物車輸送は業務活動の一環として行われるため、その行動は費用最小化として定式化される必要があると考えられる。しかしながら分析者にとっては、個々の費用を正確に知ることは不可能であるため、本研究では、物資輸送交通を行なうドライバーに着目し、ドライバーの効用最大化行動として経路・出発時刻選択行動をモデル化することとした。

本研究では、移動による効用を次のように定式化した。

$$U(i, t) = V_i(i, t) + V_o(i) + \varepsilon_{it} \quad (1)$$

$U(i, t)$  : 経路  $i$  で、時刻  $t$  に出発した時の移動による総効用

$V_i(i, t)$  : 経路・出発時刻依存効用

$V_o(i)$  : 経路依存効用

$\varepsilon_{it}$  : 誤差項

さらに、ドライバーは、始めに各経路について、経路・出発時刻依存効用が最大になるような出発時刻を選択し、次に移動による総効用が最大になるような経路を選択していると仮定した<sup>2)</sup>。

式(1)のうち、経路・出発時刻依存効用は、所要時間に関する効用 ( $V_{1i}(i, t)$ )、遅刻損失に関する効用 ( $V_{2i}(i, t)$ )、早着損失に関する効用 ( $V_{3i}(i, t)$ )、他の業務活動との関係や、慣習等による効用 ( $V_{4i}(i, t)$ ) の和からなるものと考え、それらを以下のように定式化した。

$$V_{1i}(i, t) = \alpha T(i, t) \quad (2)$$

$$V_{2i}(i, t) = \delta_2 \{ \alpha_{LC} F(i, t) \} L(i, t) \quad (3)$$

$$V_{3i}(i, t) = \delta_3 \{ \alpha_{EA} + \alpha_{EB} T(i, t) \} E(i, t) \quad (4)$$

$$V_{4i}(i, t) = \beta_{4A} (t - \beta_{4B} / \beta_{4A})^2 \quad (5)$$

$T(i, t)$  : 所要時間

$F(i, t)$  : 所要時間の変動幅

$L(i, t)$  : 遅刻損失に関する関数

$E(i, t)$  : 早着損失に関する関数

キーワード：貨物車交通、出発時刻選択、交通行動分析

連絡先：〒606-8501 京都市左京区吉田本町 TEL 075-753-5136 FAX 075-753-5916

$\alpha_T, \alpha_{LA}, \alpha_{LB}, \alpha_{LC}, \alpha_{EA}, \alpha_{EB}, \alpha_{EC}$

：パラメータ

$\beta_{4A}, \beta_{4B}$ ：パラメータベクトル

$\delta_2$ ：1，到着時刻制約のある人

0，それ以外

$\delta_3$ ：1，到着制約時刻まで拘束される人

0，それ以外

また，遅刻損失に関する関数と早着損失に関する関数

については，以下のように定式化した。

$$L(i, t) = -\exp\{-(t_R - t - t_{Ti})\} + 1 \quad (6)$$

$$E(i, t) = -(t_R - t - t_{Ti}) \quad (7)$$

$t_R$ ：到着制約時刻

$t_{Ti}$ ：出発前の予想所要時間

一方，経路依存効用については通常の線形効用関数を適用した。

パラメータの推定に際しては，はじめに経路・出発時刻依存効用について求めた。

最適な出発時刻の満たす必要条件是，

$$\frac{\partial V_i(i, t)}{\partial t} = 0 \quad (8)$$

と表わされることから，この式に各効用の関数を代入し，全体を $(-\alpha_T)$ で除した形で，最小二乗法を用いることによって未知パラメータの推定を行なった。その際必要となる $\partial T(i, t)/\partial t$ ， $\partial F(i, t)/\partial t$ については，阪神高速道路時刻表<sup>3)</sup>から作成したデータを用いた。

次に，経路依存効用については， $\{V_i(i, t)/\alpha_T\}$ の推定値を $\hat{V}_i(i, t)$ とおき，

$$U(i, t) = \alpha_T \hat{V}_i(i, t) + \beta_0 X_{oi} + \varepsilon_{it} \quad (9)$$

$\beta_0$ ：パラメータベクトル

$X_{oi}$ ：経路依存効用に関する説明変数

として， $\varepsilon_{it}$ はガンベル分布に従うと仮定することで，ロジットモデルを適用し，未知パラメータである $\alpha_T$ ， $\beta_0$ の推定を行なった。

## (2) 推定結果

推定結果を，表1，表2に示す。

表1より，所要時間や所要時間の不確実性の大きさによって遅刻損失や早着損失への重要度が異なることや，業種・積荷・車種によって貨物車交通に適した時間帯や適さない時間帯があることが示された。また，表2より，所要時間が短く，高速料金の安い経路・出発時刻を選択していることが示された。

表1 経路・出発時刻依存効用の推定結果

| 変数                   | 推定値     | t値    |
|----------------------|---------|-------|
| $\alpha_{LC}$        | 0.129   | 1.04  |
| $\alpha_{EA}$        | 5.79    | 1.50  |
| $\alpha_{EB}$        | -0.0272 | -1.47 |
| $\beta_{4A}$ (製造業タミ) | -0.457  | -1.33 |
| (卸売業タミ)              | -6.78   | -1.46 |
| (小売業タミ)              | 1.05    | 2.38  |
| (積荷原料タミ)             | 11.93   | 2.20  |
| (乗用車タミ)              | -0.637  | -1.02 |
| (ワゴンタミ)              | -6.32   | -1.08 |
| (貨物車タミ)              | 0.533   | 1.52  |
| $\beta_{4B}$ (製造業タミ) | 2.33    | 0.55  |
| (卸売業タミ)              | -1.51   | -2.03 |
| (小売業タミ)              | -16.08  | -1.62 |
| (積荷原料タミ)             | -2.03   | -3.67 |
| (乗用車タミ)              | -28.17  | -4.24 |
| (ワゴンタミ)              | -0.272  | -1.41 |
| (貨物車タミ)              | -2.84   | -1.31 |
| Sample Size          | 135     |       |
| R-square             | 0.373   |       |
| Adjusted R-square    | 0.282   |       |

表2 経路依存効用の推定結果

| 変数                                                  | t値    |
|-----------------------------------------------------|-------|
| $\alpha_T$                                          | -2.79 |
| 高速料金(/100円)                                         | -1.35 |
| サンプル数50, $L(0)=-34.66$ , $L(\beta)=-9.88$           |       |
| $\rho$ -square=0.718, Adjusted $\rho$ -square=0.689 |       |

## 4. おわりに

本研究により，所要時間が短く，高速料金の安い経路・出発時刻を選択している一方で，業種・積荷・車種によって貨物車交通に適した時間帯や適さない時間帯があることが示された。また，所要時間や所要時間の不確実性の大きさによって遅刻損失や早着損失への重要度が異なることも示された。

今後の課題としては，所要時間および所要時間の不確実性に対する認識の異質性の考慮，荷主等の意思決定モデルの考察等が挙げられる。

## 参考文献

- 例えば，内田敬，飯田恭敬，松下晃：通勤ドライバーの出発時刻決定行動の実証分析，土木計画学研究・論文集，No. 10, pp. 39-46, 1992.
- 山本俊行，藤井聡，吉田洋，北村隆一：世帯構成員間の関係に基づいた自家用車利用確率を考慮した交通機関選択モデルの構築，土木計画学研究・論文集，No. 13, pp. 535-542, 1996.
- 阪神高速道路公団：阪神高速道路の交通渋滞対策に関する調査研究報告書，1994.