

京都大学工学部 正 員 内田 敬

京都大学大学院 学生員○中山 晶一朗

1. はじめに

日常生活に大きく関わる道路交通に対する社会的なニーズは、豊かな生活を保証するために旅行時間の短縮はもとより、その信頼性を求めている。

旅行時間の変動は時間損失により様々な経済的・精神的損害を生じていることに加えて、変動の不確実性ゆえに、仮に結果的に旅行時間が短くなったとしても取り返すことが不可能なコストを生むという特徴を持つ。このように、事象が不確実性を有し、不確実性のために損失をもたらすという性質を持つとき、リスクという概念がなじむ。信頼性を評価するには、リスク分析の枠組みで交通マネージメントを取り扱うことが有用である。

リスク分析の枠組みで捉えた経路交通量配分を飯田・内田¹⁾はリスク交通量配分と呼び、定式化している。従来の研究ではドライバーの経路評価指標である実効旅行時間を用いることにより、ドライバーのリスク対応行動を考慮するのみで、行動結果を十分には取り扱っていなかった。本研究では、ドライバーの出発時刻変更による交通状態変化を交通量の時間帯移動という形で記述することにより、空間次元だけであった交通量の分散を時間の次元にまで拡張したリスク交通量配分を提示する。

2. モデルの定式化

(1) 前提条件

リスク交通量配分モデルはドライバーと管理者という2主体を想定して、以下の前提条件の下で定式化する。

- 1) 離散化した時間帯ごとに交通状態は定まる。
- 2) 複数の時間帯からなる評価期間でのOD交通量は一定。
- 3) ドライバーは出発時刻を選択できる。
- 4) 管理者は経路配分を直接コントロールできる。

(2) リスクシステム最適配分 (RSO)

時間帯 i におけるOD交通量 q_i はドライバーの出発時刻のみによって定まり、管理者は直接関与できない。管理者は時間帯ごとに独立して経路交通量を操作する。時間帯 i に対して存在する全ドライバーのリスク費用の和を最小にするように経路 j の交通量 q_{ij} を配分する。

$$\min_Q EC(Q) = \sum_j \int_{t_{ij}} q_{ij} \cdot T_{ij}(t_{ij}) \cdot P(t_{ij} | Q_i) \cdot dt_{ij} \quad (1)$$

(for any i)

$$s.t. \quad \sum_j q_{ij} = q_i \quad \sum_i \sum_j q_{ij} = q : const.$$

ここに、 EC : 期待費用

q : 評価期間内の総OD交通量

Q_i : 時間帯 i の経路交通量のベクトル

$P(t_{ij} | Q_i)$: Q_i における実旅行時間 t_{ij} の確率

$T_{ij}(t_{ij})$: 時間費用関数

上式には (3) で述べる時間費用関数が含まれている。時間費用関数は、ドライバーのリスク対応行動を考慮した評価関数、つまり、ドライバーのリスク評価指標である実効旅行時間 t_e を用いた関数である。この時間費用関数を用いることが従来のシステム最適配分との違いである。

(3) 時間費用関数

実効旅行時間はドライバーが主観的な旅行時間に関する知識に基づいて、出発時刻 t_0 を決定することにより求まる経路評価値である。トリップにかかるコストと遅刻ペナルティ γ のトレードオフから定式化できる。到着制約時刻 t_d を与件とすると、次式の L を最小にする出発時刻 t_0^* によって、実効旅行時間は $t_e = t_d - t_0^*$ として与えられる。

$$\min_{t_0} L = (t_d - t_0) + \gamma \cdot F(t | t_0, j) + C / \beta \quad (2)$$

ここに、 C : 高速料金

β : 時間価値

$F(t|t_0, j)$: 時刻 t_0 に出発して経路 j を通る時、
遅刻する確率

時間費用関数 T は実効旅行時間 t_e を用いて次のように定式化する。

$$T = \begin{cases} t_e & (t \leq t_e) \\ t & (t > t_e) \end{cases} \quad (3)$$

(3) 時間帯交通量

ドライバーの出発時刻選択によって、時間帯 i の OD 交通量が決定する。ドライバーは道路上を走っている時間である実旅行時間に対して時間帯に存在する時間割合 $r(t_0^*)$ 分だけその時間帯の交通状態の形成に寄与すると仮定する。ドライバーの交通状態に対する寄与分を集計することで、時間帯交通量を次のように定式化する。

$$q_i = r_i(t_0^*) \cdot q \quad i = 1, 2, \dots, N \quad (4)$$

$$r_i(t_0^*) = \begin{cases} (t_1 - p_{i0}) / (p_{i1} - p_{i0}) & (t_0^* \leq p_{i0}, t_1 \leq p_{i1}) \\ 1 & (t_0^* \leq p_{i0}, t_1 > p_{i1}) \\ (t_0^* - p_{i1}) / (p_{i1} - p_{i0}) & (p_{i0} < t_0^* \leq p_{i1}) \end{cases}$$

ここに、 p_{i0} : 時間帯 i の始まる時刻

p_{i1} : 時間帯 i の終わる時刻

t_1 : 到着時刻

3. 数値計算例

高速道路（有料）と一般道路からなる 1 OD 2 リンクの道路網に対して数値計算を行ない、定性的特徴をみる。

時間帯数は 2 とする。最初の時間帯を時間帯 1、次の時間帯を時間帯 2 と呼ぶ。また、2 経路とも交通容量は 7000 台/h とする。リスク利用者均衡配分（RUE）とはドライバーの経路評価値である実効旅行時間が 2 経路で等しいとした配分である。

図 1 は総 OD 交通量 q に対する時間帯 2 の交通量の割合（時間帯 2 の OD 分担率）を示している。総 OD 交通量が増えるにつれ、道路が混雑してくる。このため、ドライバーが出発時刻を早めることで時間帯 2 から時間帯 1 へ交通量が移動している。

RSO と RUE の平均旅行費用を比べてみる。平均旅行費用は、RSO ではドライバー一人あたりの平均期待費用であり、RUE では実効旅行時間に一致する。料金設定に対して RUE の RSO への接近についてみる。図 3 から料金のコントロールで RSO と RUE の一致が可能であることがわかる。また、料金賦課が妥当性を持つ範囲（RSO と RUE が一致）は限られており、管理者は料金を上げ過ぎるとドライバーに無用な不公平を強制することになる。

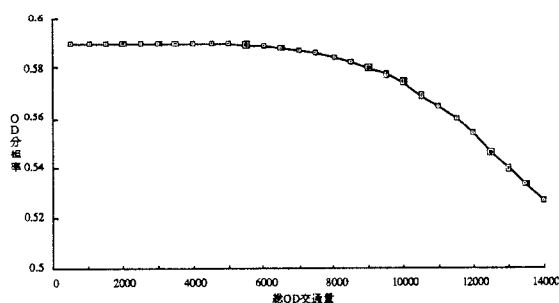


図 1 総 OD 交通量と OD 分担率の関係

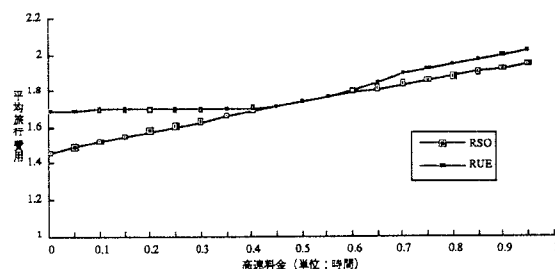


図 2 高速料金と平均旅行費用の関係

4. おわりに

本研究ではドライバーの出発時刻選択行動に伴う OD 交通量の移動を考慮したモデルを提示した。しかし、定常状態を対象とした静的モデルにとどまっており、管理者とドライバーの行動間の動的相互作用を記述できるモデルの構築が今後の課題である。

参考文献

- 1) 飯田恭敬, 内田敬: リスク対応行動を考慮した道路網経路配分, 土木学会論文集, No.464/IV-19, pp.63-72, 1993