

神戸大学大学院工学研究科 学生会員 ○浅香 遼
神戸大学工学部 学生会員 渡邊 友崇

神戸大学大学院工学研究科 正 会 員 喜多 秀行
神戸大学大学院工学研究科 学生会員 辻谷 純

1. はじめに

性能照査型設計では、所定の性能がどの程度発揮されているかを評価するための性能評価指標が必要である。道路の性能照査型設計に関しては旅行速度が提案されている¹⁾²⁾。その理由は、道路の主たる機能が安全で円滑な移動空間の提供であり、安全性の確保を大前提と考えた時には、速度が最も端的な状態変数といえるためである²⁾。しかし、ドライバーは時々刻々と変化する交通状況の下で注意と緊張を強いられて走行しており、安全性が確保されていることを前提とすることは必ずしも現実には即していない。また、他の地点へ移動する時、多くのドライバーは走行速度が同じであっても当該地点までの距離が長いほど行きにくいと感じる。

そこで、本研究では、道路が拠点間のアクセシビリティを確保する装置である¹⁾との認識の下、他の拠点への“行きやすさ”が評価すべき性能であると考え、道路の交通機能の主たる要素である安全性と円滑性と関連付けた性能評価指標を提案する。また、提案したモデルを組み込み、観測が容易な道路交通特性から性能評価指標値を推定するための方法論を提示する。

2. 本研究における性能評価指標の考え方

(1) 性能評価指標が具備すべき条件

本研究では、道路が有する第一義的な機能である、交通機能³⁾の主要素であるトラフィック機能に関する性能評価指標を開発する。また、本研究では“行きやすさ”が、基本的に確保すべきものだと考えられている安全性と円滑性を包含したものであると考え、性能評価指標は道路の円滑性・安全性を的確に評価する必要があると考える。以上を踏まえ、性能評価指標として、最低限、以下の3つの条件を具備しておく必要があると考える。

- ①目的地までの実所要時間が、目標とする所要時間よりどれくらい多くかかるか、その程度が性能に及ぼす影響を的確に反映しうるものであること。
- ②どの程度安全に走行できるかが性能に及ぼす影響を

的確に反映しうるものであること。

- ③走行する距離の差異が性能に及ぼす影響を的確に反映しうるものであること。

(2) 拠点間アクセシビリティ評価モデルの提案

“行きやすさ”は拠点間の移動に要する時間が長いほど低下し、渋滞による遅れや混雑による走行自由度の低下があるとはさらに低下する。また、走りやすさによるドライバーの認識が時々刻々の認識の累積として形成される⁴⁾ことに留意し、“行きやすさ”の程度を次式のような構造として記述し、その妥当性を検証する。

$$A = \sigma \frac{S}{v_{goal}} + \gamma \sum_{n=1}^N (V_{spot}^n \cdot \rho_n) + \lambda V_{spot}^{Min} + \varepsilon \quad (1)$$

A : 行きやすさ, V_{spot}^n : 地点評価値

ρ_n : 割引因子 ($n: 0 \sim N$), V_{spot}^{Min} : 地点評価値の最悪値

v_{goal} : 目標旅行速度, S : 区間全体の距離

$\sigma, \gamma, \lambda, \varepsilon$: パラメータ

式(1)の第一項は目標とする旅行時間で条件③に対応している。第二項・第三項は、安全性と円滑性に関する不快の程度を表し、条件①②に対応している。

地点評価値 V_{spot}^t は式(3)で示す瞬間効用値から式(2)で与えられる。

$$V_{spot}^n = \phi U_i^n + \eta (U_i^n - U_i^{n-\Delta n}) + \varepsilon \quad (2)$$

右辺の U_i^n , $U_i^{n-\Delta n}$ は第 n 地点と 1 つ $n-1$ 地点の瞬間効用を表し、 ϕ, η, σ はパラメータである。瞬間効用値 U_i^n は、個別のドライバーが時々刻々と変化するミクロな運転環境の下で効用最大化行動をとっているとの仮定の下で走行実験データから推計した瞬間効用関数(式(3))に基づき算定される。

$$U_i^n = \lambda L + \mu |v_i^d - v_0| \quad (3)$$

右辺第一項の L は前後の直進車両および隣接車線の前後の直進車両との衝突危険度(PICUD)であり、第二項は希望走行速度と実走行速度との乖離の程度である。 λ, μ はパラメータである。式(1)のモデルを、以後、拠点間アクセシビリティ評価モデルと呼ぶ。

3. 拠点間アクセシビリティ評価モデルの構造の特定

(1) データ

同一の道路構造の下で、走行区間の長さ、走行区間の中で交通状況(渋滞・非渋滞)を変化させたドライビング・シミュレータ実験を行い、モデル特定のためのデータを収集した。表-1 に実験の概要を示す。

表-1 シミュレータ実験の概要

項目	内容
評価区間	9つの道路の中から2つ選出し、その2つを行きやすさについて一対比較する。 9つの道路は距離が3km,6km,9kmの道路3つずつですべて交通状況が異なる。 (なお、それぞれ直線の道路構造に変化のない4車線道路である。)
被験者	10名(20代男性:8名, 20代女性:2名)
方法	・スケジュールをあらかじめ提示し、目的地までの目標とする旅行時間を決定 ・9つの道路の中から2つの道路を走行し、どちらが行きやすかったかを表明 ・ドライバーは30秒単位に5秒間の走行区間に対する地点評価を実施。 ・9つの道路のうちの2つの道路の組み合わせすべてに対して行う。
取得したデータ	・2つの走行区間の行きやすさに関する一対比較の結果 (各被験者毎に36個の結果が得られる) ・走行区間を走行中の、30秒毎の5秒間に対する地点評価値 (被験者10人全員で11157個) ・前後車両、隣接前後車両の速度および自車両との車間距離 ・自車両速度と運転挙動

(2) 結果

取得したデータから式(1)のパラメータを最尤推定法によって推定した。表-2 に示すように、各パラメータは0.1%有意または1%有意であり、尤度比 ρ^2 が0.445と比較的高いことから、拠点間アクセシビリティ評価モデルは、ドライバーが認識する“行きやすさ”を的確に説明しうることが確認された。

表-2 パラメータの推定結果

パラメータ	σ	γ	λ	ε
推定値	-33.16	0.16	0.25	5.40
t値	-11.63**	2.63*	3.47**	9.47**

* 1%有意 ** 0.1%有意

4. 性能評価値の算出方法

(1) 算出方法

道路管理者が交通の運用管理をするに際しては、交通量など、常時観測データから性能評価値を算定しうることが望ましい。図-1 に導出方法を示す。

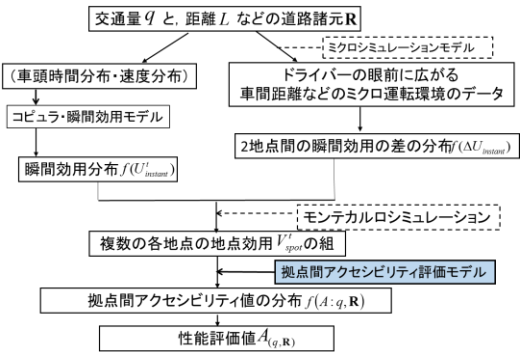


図-1 性能評価値の導出方法

まず、交通量から車頭時間分布と速度分布を求め⁵⁾、瞬間効用モデルと共にコピュラで瞬間効用分布を求める⁶⁾。また、ミクロシミュレーションモデルを瞬間効用モデルから2地点間の瞬間効用の差の分布を求める⁶⁾。この両者を用いてモンテカルロシミュレーションで区間内

の各地点の地点評価値の組み合わせ(一走行に相当)を多数生成し、提案した拠点間アクセシビリティ評価モデルを介して、拠点間アクセシビリティ評価値分布を求め、その代表値(たとえば15パーセンタイル値)をして性能評価値 $A(q, R)$ を算定する。詳細は参考文献5)および6)を参照されたい。

(2) 数値例

上記の方法に基づき、事例分析を行った。図-2 に事例区間の概要と得られた性能評価値分布および性能評価値の一例を示す。

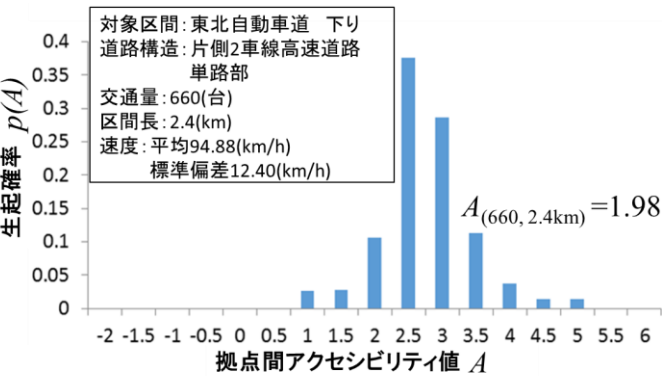


図-2 性能評価値分布の一例

5. おわりに

本研究では新たな性能評価指標としての拠点間アクセシビリティ値を提案し、それを算定するための評価モデルを構築するとともに、指標値を算出するための方法を提示した。これにより、交通量や平均速度の予測値に基づき道路の行きやすさを性能評価指標とした性能照査型設計を行うことが可能となると考える。

なお、種々の道路諸元、交通特性の下での簡便な算定式を整備しておくことが今後の課題である。

参考文献

- 1) 藤田清二：高速道路のサービス水準の適用に関する考察，土木学会論文集 No.772, IV-65, p33-39, 2004.10
- 2) 中村英樹, 大口敬：性能照査型道路計画設計の導入に向けて，土木学会論文集 D3(土木計画学), Vol.67, No.3, 195-202, 2011
- 3) 社団法人日本道路協会：道路構造令の解説と運用(改訂版)，2004年2月。
- 4) Hideyuki Kita, Akira Kouchi：Quantifying Perceived Quality of Traffic Service and its Aggregation Structure, Transportation Research Part C, Vol.19 No.2, pp.296-306, 2010
- 5) May, A.D：Traffic Flow Fundamentals, pp.95-101, pp126-133 Prentice Hall, New, 1990
- 6) 喜多秀行, 本田健祐, 浅香遼, 四辻裕文：道路の走りやすさに対するドライバーの評価とその予測方法, 第33回交通工学研究発表会論文集, pp.213-217, 2013