

ドライバーの認識に基づいた新たなサービス水準指標の提案

鳥取大学工学部	正会員	喜多秀行
(株)名鉄システム開発	正会員	伊勢田 充
鳥取大学大学院	学生会員	塩谷直文

1. はじめに

道路のサービス水準は、ある区間を走行するドライバーが道路から受けるサービスの程度を表す概念である。現行では、平均旅行速度・交通密度などの道路状況を全体として捉えたマクロな指標によって評価されている。これらはサービス水準と相関の高い指標であるが、利用者の感じるサービスの質とは必ずしも関連付けられてはいない。

そこで本研究では、個々の走行局面における行動から推定されるドライバーの効用水準をサービス水準の本質と考え、これを基に算定されるサービス水準の指標値と現行のマクロ指標値を種々の道路・交通条件下で比較分析することにより、現行指標の妥当性を検証するとともに、理論基盤を有しかつ簡便に算定できるサービス水準代理指標を提案する。その際、ドライバーの享受する効用の影響要因・行動選択プロセスを再度吟味し、シミュレーションモデル¹⁾を改良することによりモデルの現象説明力を高める。

2. サービス水準算定モデル

本研究では従来のモデル同様、図1のような加速車線・走行車線・追い越し車線から成る高速道路流入部を対象とする。ドライバーは、選択した行動(加速・減速・車線変更等)により時々刻々変化する周囲の状況を予測し、次の効用関数により規定される瞬間効用を最大とする行動(最大瞬間効用 $u^{max} = \max_j u_j$)を選択しながら走行していると考えらる。

$$u_j = \lambda t_{fj}^{-1} + \lambda' t_{bj}^{-1} + \mu h_{vj} + \nu \quad (1)$$

ここで、 u_j は行動選択(例えば加速車線では加速($j = 1$),等速($j = 2$),車線変更($j = 3$))により享受する瞬間効用を、右辺第1項及び第2項はそれぞれ当該車両と前方車・後方車との衝突危険度を、第3項はドライバーの希望速度の達成度を表す。 t_i は前方車($i = f$)、後方車($i = b$)とのTTCを表している。ここで、TTCとは相前後して走行中の車両がそのままの速度で走行した場合、何秒後に衝突するかという危険度を表す尺度であり、車頭間隔(本研究では車間距離)を相対速度で除した値で表される。 h_{vj} はドライバーの希望速度と走行速度との差の絶対値を表す。

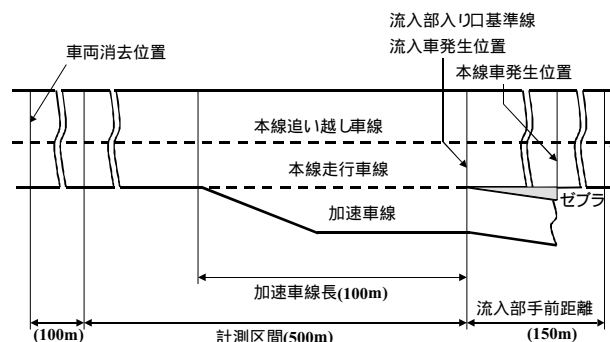


図 - 1: 本研究の対象とする高速道路流入部

そして、個々のドライバーが行動選択を繰り返しながら対象区間を通過する間に得た最大瞬間効用を集計し、区間を通過した全ドライバーの数で除した走行効用の平均値 $\bar{U}$ をドライバーの感じるサービスの質を直接反映するサービス水準の評価指標として次のように定式化した。

$$\bar{U} = \frac{1}{N} \sum_{n=1}^N \left(\frac{1}{T_n} \sum_{t=0}^{T_n} u_{nt}^{max} \right) \quad (2)$$

ここで、 u_{nt}^{max} は車両 n が時刻 t において享受した最大瞬間効用を、 T_n は車両 n が区間を通過するのに要した時間を、 N は区間を通過した総車両台数である。

3. モデルの改良

上記サービス水準指標値を実際の交通状況より算定するには、時々刻々の当該車両及び周辺車両の位置・速度、個々のドライバーの希望速度から成る莫大なデータが必要となる。そこで本研究では、シミュレーションにより仮想的に現状に近い交通状況を作り出して各指標値を算出し、比較分析を行う。

指標値算出に先立ち、種々の状態変数の値をよりの確に推計するために、運転行動モデルの改良を行った。具体的には、ドライバーの享受する効用への影響要因及び危険回避行動の対象となる周辺車両の見直し等を行った。また、推定方法の異なるパラメータを組み合わせ用いていた従来のモデルのパラメータを新たな観測データに基づき推定し直し、概ね現実に近い運転行動を再現することが可能となった。シミュレーションモデルにはこの改良した運転行動モデルを組み込んだ。

4. 分析の手順と条件設定

改良したシミュレーションプログラムを用いて、様々な道路・交通特性のもとで交通量をパラメトリックに

変化させてシミュレーションを実行し、(2)式のサービス水準指標 $\bar{U}$ の値を算出する。同時に従来サービス水準指標として用いられたきた指標を同一条件下で算出し、各指標の一致性を検討する。

交通流が安定した状態で測定を行うため、測定区間始端の上流側で車両を発生させ、終端の下流側で消滅させる。車両の車頭間隔分布は車線別交通量に応じた“シフトした指数分布”とした。個々の車両の希望速度は正規乱数(上下限を設定)を発生して設定した。そして時間を経過させるごとに新たな車両を発生させ、(1)式により得られる瞬間効用を比較して車両に行動選択を行わせる。時刻の更新と共にこれらを繰り返して必要なデータを集め、指標値を算出する。測定区間を図-1、設定条件を表-1に示す。

表 - 1 : シミュレーションにおける設定条件

総発生車両数	500 ~ 4000 台
計測区間長	500m
加速車線長	100m
車線利用率	加速車線 : 20% 走行車線 : 44% 追い越し車線 : 36%
車両の加速度 減速度	$1.0m/s^2$ $-1.0m/s^2$
刻み時間	0.1s

5. 分析結果

分析結果の一例として、交通量の変化に伴う平均走行効用値と平均旅行速度および交通密度の変化の様相を図2と図3に示す。交通量が増加すると平均走行効用と平均旅行速度はともに減少しており、交通密度は増加する。検討した条件下では、平均走行効用と比較的高い相関関係を有するという意味で両者はいずれもサービス水準の代理指標として用いることができると判断される。平均旅行速度の方がより高い相関を有しているが、その一致の程度は必ずしも高くなく、特に中程度の交通量での一致が十分でない。

そこで、算定が容易な交通の状態量と平均走行効用とを関連づける実験式をいくつか作成した。その中から交通密度 K を説明変数とする簡易指標 S 、

$$S = -0.387K^2 \quad (3)$$

を新たな指標として提案する。図4より、設定した交通量の全領域で実用上十分な一致性が認められる。

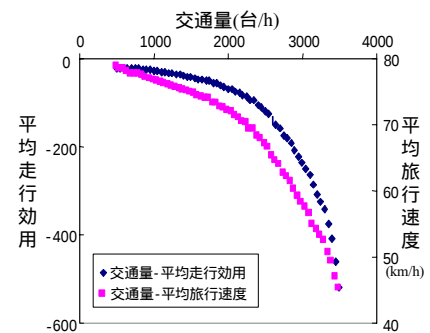


図 - 2: 平均走行効用と平均旅行速度の関係

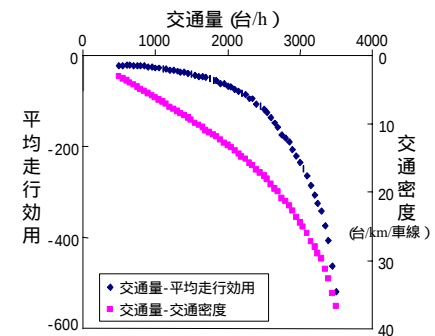


図 - 3: 交通量に対する平均走行効用と交通密度の関係

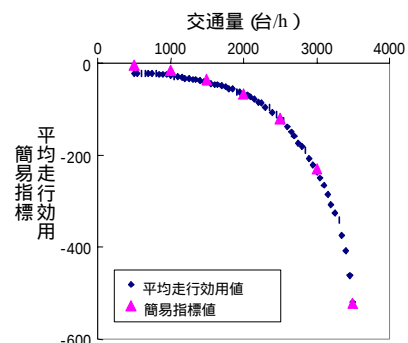


図 - 4: 提案した簡易指標と平均走行効用の関係

6. おわりに

本研究では、改良を加えて現象説明力を高めたシミュレーションモデルを用いてドライバーが認識する走行時の効用水準に基づくサービス水準指標値を算定し、現行指標との関連性を検討した。平均旅行速度と交通密度はいずれもある程度までサービス水準の代理指標となりうることが確認されたがその一致性は必ずしも十分でなかった。そこでドライバーの効用水準と一致性の高いサービス水準の簡易指標を新たに提案した。

以上の成果を受け、道路のサービス水準に関する研究は従来の交通特性の検討から新たな段階に入ったと考える。実証分析の積み重ねによるドライバーの効用関数の精緻化と様々な条件下で汎用的に用いるための簡易指標の改良が、今後の主要な課題となろう。

参考文献

- 1) 伊勢田充・喜多秀行：道路交通のサービス水準指標に関する比較分析, 土木学会中国支部第50回研究発表会講演概要集, pp.517-518, 1998.