

# ドライバーの満足度による高速道路単路部のサービス水準評価<sup>1)</sup>

An Evaluation Method of Traffic Flow Conditions Based on Degree of Drivers' Satisfaction on Motorways

中村 英樹<sup>\*2</sup>・加藤 博和<sup>\*3</sup>・鈴木 弘司<sup>\*4</sup>・劉 俊晟<sup>\*5</sup>

by Hideki NAKAMURA, Hirokazu KATO, Kouji SUZUKI, Shunsei RYU

## 1. はじめに

道路交通における「サービス水準(Level of Service; LOS)」は、道路管理者の立場でとらえれば交通運用のサービス状態を、道路利用者の立場から見れば通行の快適性を表す重要な概念である。これを定量的に定義することによって、道路の計画設計段階においては幾何構造評価のための指標として利用可能であり、運用段階においては交通状況の適切な評価を行うことができる。LOSの設定は、経済性や安全性などをはじめとする様々な観点から評価の上で行われるべきであることは言うまでもないが、どのような設定にせよ、そのLOSではどのような交通状況となり、ドライバーがどう感じるのかという対応関係が明示されていることが必要である。

アメリカのHCM<sup>1)</sup>では、LOSは走行速度や混雑の状況といったマクロな交通状況と概ね対応づけられている。しかし、ドライバーのミクロな運転挙動や、走行状態に対する快適性の認識とは必ずしも定量的に対応していない。一方、わが国では具体的なLOSは設定されていない。道路の計画・設計段階においては、これに代わる概念として「計画水準」を設定し、各水準におけるv/c(交通量一交通容量比)を用いて代替案評価を行っている。しかしながら、これらの各水準において実現する速度や移動の自由度など、具体的な交通状況との対応は不明確である<sup>2)</sup>。また交通運用状態の評価においては、一般には旅行速度や所要時間が用いられる場合が多い。

そこで本研究では、LOSのひとつの側面として、ドライバーの満足度に基づいた道路交通サービスの質の定量的評価を試みるとともに、それらと交通状況との対応関係を明らかにすることを目的とする。そのため、まず都市間高速道路の単路部を対象とし

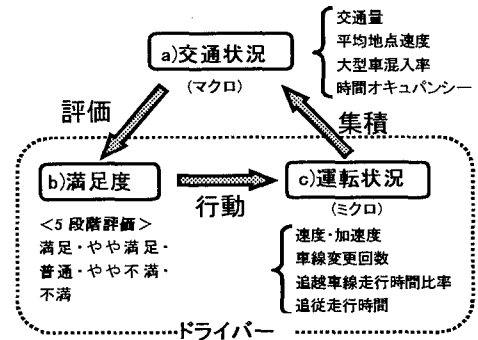


図1. 交通状況とドライバー満足度、運転挙動の循環構造

た走行実験を実施し、交通状況とドライバーの感覚に関するデータを収集し分析を行う。さらに、この評価手法に基づくLOSを定め、既往のLOS設定値と比較考察を行う。

## 2. 研究の方法

### (1)交通状況と運転挙動の因果構造

本研究では、ドライバーの道路交通状況に対する認識と、それに伴う運転挙動特性との因果構造に関して、図1のような仮説に基づいて考える。これは、ドライバーはa)交通状況や道路構造に対しb)満足度による評価を行い、それによってc)運転挙動を変化させ、それが再びa)交通状況に影響を与える、という循環構造である。これら各要素間の関係を定量的に分析することが本研究の重要なポイントである。

各要素のデータとして、a)のマクロな交通状況は車両感知器やビデオ観測から得られる。また、b)、c)は、様々な道路構造や交通状況下での走行実験及びドライバーに対するアンケート調査により収集することができる。

### (2)走行実験

都市間高速道路単路部の1インターペア間を対象として実施した走行実験の概要を、表1に示す。実験では、助手席にビデオカメラを搭載した被験車両を走行させ、1回の走行直後に被験者ドライバーに

\*1 キーワード：交通流、交通容量、サービス水準

\*2 正会員 工博 名古屋大学大学院助教授 工学研究科地圏環境工学専攻

\*3 正会員 博(工) 名古屋大学大学院助手 工学研究科地圏環境工学専攻

\*4 学生会員 名古屋大学大学院地圏環境工学専攻 博士課程前期課程

\*5 学生会員 工修 名古屋大学大学院地圏環境工学専攻 博士課程後期課程

(〒464-8603 名古屋市中種区不老町 TEL.052-789-3828, FAX.052-789-3837)

表1 走行実験の概要

|       |                                                                                                                                                                                                                    |
|-------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 目的    | ドライバーの走行時の感覚および運転挙動に関するデータ収集                                                                                                                                                                                       |
| 区間    | 東名高速道路 名古屋IC～東名三好IC (上・下線) の約9.3km                                                                                                                                                                                 |
| 日時    | 平成10年11月27日 5:30～11:00, 14:00～18:30                                                                                                                                                                                |
| 被験者   | 名古屋大学 教官・学生計24名 (午前・午後 各12名)                                                                                                                                                                                       |
| 方法    | <ul style="list-style-type: none"> <li>・助手席にビデオカメラを搭載した車両を実際に走行</li> <li>・走行後、ドライバーが満足度に関するアンケートに回答</li> <li>・各被験者 3往復6回の走行</li> <li>・高速道路外部より本線交通状況をビデオ撮影</li> </ul>                                              |
| 収集データ | <ul style="list-style-type: none"> <li>&lt;満足度アンケート&gt;</li> <li>・被験者属性 (年齢, 運転歴, 運転頻度, 高速道路運転頻度)</li> <li>・車両属性 (排気量, 車種, 走行距離, 車齢)</li> <li>&lt;ビデオ画像の読み取り&gt;</li> <li>・車線変更回数, 車線別追従走行時間, 車線別走行時間など</li> </ul> |

対し、交通状況に対する満足度についてアンケートを行っている。また、同時に高速道路外部からのビデオ撮影により本線交通状況を把握している。

本研究では、様々な交通状況におけるデータを収集することが必要であるが、車両感知器データによって得られた実験当日の交通状況(図2)から、実験時間帯において自由流から交通容量状態まで幅広い交通状況となっていたことが確認される。

### 3. 自由流におけるドライバーの運転挙動とマクロな交通特性データとの関係

走行にある程度の自由が利く自由流状態においては、ドライバーの満足度は様々な運転挙動として表れ、これらの集積としてマクロな交通状況が生まれることとなる。今回の走行実験では、各走行における運転挙動特性として、車線変更回数、車線別走行時間などのデータが得られている。このうち、運転挙動として車線変更回数をとり、これと代表的な地点における車両感知器データとの関係をみたものが図3である。

これより、15分間交通流率が少ない状態では、追従車線利用率は低く(図3(a)), 車線変更回数は10kmあたりで1, 2回程度と少ない(図3(b))ことがわかる。ところが、15分間交通流率が増加し、両車線利用率が等しくなる交通流率(約2,600[pcu/h/2lanes])を超えると、車線変更を頻繁に行う車両が生じ、これに伴い速度も低下し始める(図3(c))。このときの地点速度は90[km/h]前後である。

### 4. ドライバー満足度の定量化と影響要因分析

#### (1) 系列間隔法<sup>3)</sup>による満足度の定量化

ドライバーの満足度については、走行直後のアンケート調査で、被験者に5段階の満足度評価(満足・

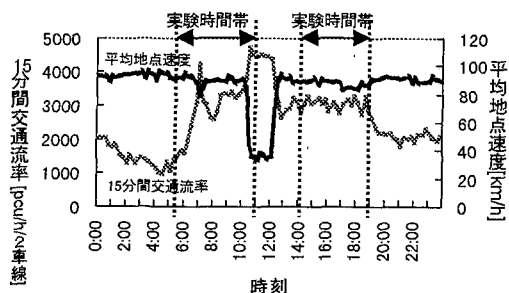


図2. 走行実験日当日の交通状況(上り324kp)

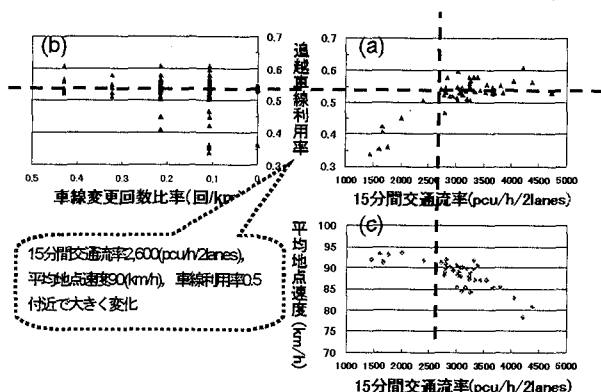


図3. 交通特性データ(15分間交通流率, 車線利用率, 平均地点速度, 車線変更回数比率)の関係

やや満足・普通・やや不満・不満)で回答してもらう方法をとっている。しかし、この方法で得られた満足度は定量的なものではなく、また各段階間の間隔が必ずしも一定ではないと考えられ、平均化や要因分析を行うに際して不都合である。そこで、「系列間隔法」を用いて各段階間の間隔を定量化し、満足度の得点化を図る。

系列間隔法の概要は図4に示す通りである。まず1)各段階の累積回答比率Pを求め、2)人間の判断は正規分布に従って分布するという仮定に従って、Pを標準正規偏差Zに変換する。これより3)各段階間の間隔の大きさWが求められ、最終的に4)各段階の段階間間隔を考慮した尺度値Sとして把握できる。

以上の手順によって、走行実験時のアンケート調査による満足度を定量化した値を表2に示す。また、「やや満足」を100点とした換算値にこれらを変換した結果を、併せて示す(系列間隔法では、「満足」は∞点となる)。この結果から、「やや不満」～「普通」間の間隔が他に比べて大きいことがわかる。

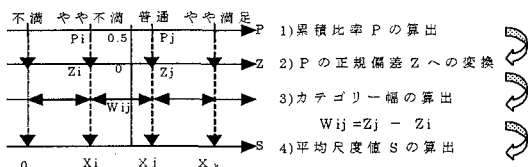


図4. 系列間隔法の概要

表2. 系列間隔法による満足度得点の定量化

| 満足度評価          | 不満 | やや不満 | 普通   | やや満足 |
|----------------|----|------|------|------|
| 系列間隔法による算定結果   | 0  | 0.62 | 1.63 | 2.33 |
| 満足度得点(100点換算値) | 0  | 26.7 | 69.9 | 100  |

## (2)満足度影響要因の分析

満足度評価の影響要因を把握するため、自由流の交通状況を対象に、満足度得点を被説明変数とした重回帰分析を行った。その結果を表3に示す。これより、a)満足度を低下させる交通要因として最も影響が大きいのは15分間交通流率の増加であること、b)運転状況としては、追従走行している時間の長さや車線変更の回数が満足度に影響を及ぼすこと、c)運転歴が短い人や運転頻度の少ない人ほど満足度を高く評価する傾向となること、がわかる。

## 5. ドライバー満足度に基づくサービスの質の定量化

### (1)自由流における交通量と平均満足度との関係

前節では、ドライバーの満足度は様々な要因により影響されるが、とりわけ交通量条件により大きく左右されることが明らかとなった。そこでここでは、自由流における任意の交通量での平均的な満足度を推計するため、交通量レベルと平均満足度との関係を分析する。

500[pcu/h/2lanes]単位で区分した各カテゴリの平均15分間交通流率( $x$ )と、各カテゴリにおける平均満足度得点( $y$ )の関係を回帰分析した結果を図5に示す。両者の間には高い相関が認められる。この推計式により、各満足度評価に相当する15分間交通流率を求めることができる。

また、この推計式を用いて得られた、実験当日の平均満足度得点の変動を、当該区間における代表地点平均速度の変動と併せて示したものが図6である。これより、満足度得点は平均地点速度の変化と必ずしも対応しておらず、時間帯により大きく振れていることがわかる。

### (2)ドライバーの満足度評価に基づいたLOS設定と交通状況との対応

表3. ドライバーの満足度の影響要因に関する重回帰分析結果( $R^2$ 値: 0.55, サンプル数: 82)

| 説明変数                                  | 偏回帰係数 (t値)                 |
|---------------------------------------|----------------------------|
| 定数項                                   | $1.46 \times 10^2$ (13.0)  |
| 追従走行時間比率(走行)<br>{走行車線走行時の追従走行時間/旅行時間} | -20.9 (-2.5)               |
| 運転歴ダミー<br>(運転歴2年未満:1, それ以外:0)         | 26.8 (4.6)                 |
| 運転頻度ダミー<br>(運転頻度週1回以下:1, それ以外:0)      | 17.6 (3.2)                 |
| 15分間交通流率[pcu/h/2lanes]                | $-2.19 \times 10^2$ (-6.9) |
| 車線変更回数                                | -5.23 (-2.3)               |

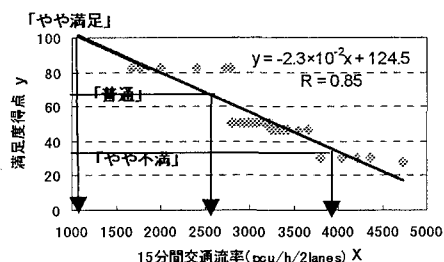


図5. 15分間交通流率と満足度得点との関係 (サンプル数83,  $R$ 値: 0.85)

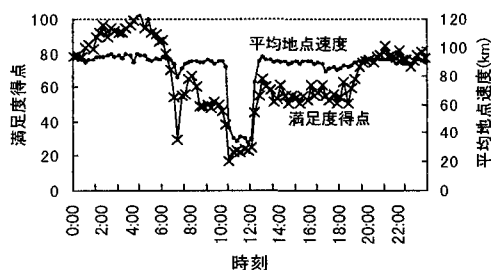


図6. 満足度得点・平均地点速度の時間変動図 (走行実験日: 上り324kp)

表4. 各満足度評価が示す具体的な交通状況

| 満足度<br>評価 | 車両感知器データ<br>(マクロ交通特性) |                      |                 |                               | 運転挙動データ<br>(ミクロ交通特性) |                  |                           |
|-----------|-----------------------|----------------------|-----------------|-------------------------------|----------------------|------------------|---------------------------|
|           | V/C                   | 車線間<br>速度差<br>(km/h) | 追越車<br>線利用<br>率 | 走行(追越)<br>車線時間<br>占有率<br>一(%) | 平均旅行<br>速度<br>(km/h) | 追従走<br>行時間<br>比率 | 追越し<br>回数比<br>率(回<br>/km) |
| やや満足      | 0.24                  | ≧19                  | 0.28            | 6(3)                          | ≧100                 | 0.20             | 0.33                      |
| 普通        | 0.57                  | ≧18                  | 0.50            | 8(6)                          | ≧96                  | 0.47             | 0.23                      |
| やや不満      | 0.85                  | ≧14                  | 0.57            | 11(12)                        | ≧91                  | 0.75             | 0.18                      |
| 容量状態      | 1.00                  | ≧4                   | 0.52            | 26(29)                        | ≧64                  | 0.92             | 0.11                      |

ドライバーの満足度評価をLOSの評価指標と捉え、これに対応する各種交通特性値をまとめたものが表4である。これより、各満足度評価における具体的な交通状況が定量的に明示された。

### (3)満足度評価によるLOSと既往設定値との比較

各満足度評価に応じた $v/c$ と、アメリカHCMのLOS<sup>1)</sup>および日本の「計画水準」においてそれぞれ設定されている $v/c$ を比較したものが図7である。ドライバーの満足度からアメリカでの設定値を評価すると、LOS A( $v/c=0.28$ )は満足度「やや満足」に概ね相当し、フリーウェイの計画・設計の指標として用いられているLOS B( $v/c=0.44$ )は「普通」～「やや満足」に、またLOS Cは「普通」～「やや不満」に相当する。一方、日本の場合、多くの都市間高速道路の指標値として用いられている計画水準1( $v/c=0.75$ )は「普通」～「やや不満」に、計画水準2( $v/c=0.85$ )は「やや不満」に概ね相当する。

以上のことから、ドライバーの立場からみれば、アメリカのフリーウェイは概ね「普通」の評価が得られる運用状態であるものの、日本の都市間高速道路では「やや不満」気味の評価となる。

### (4) 満足度得点に基づく必要車線数の試算

ここでは、ドライバーの満足度評価に基づくLOSを用いて必要車線数を試算し、現行の計画水準による算定値との比較を行う(表5)。算定に際しては、今回の実験区間のAADT=94,111[台/日]、K値=7.2%、D値=56.4%を用いた。これより、ドライバーが「やや満足」と評価する場合の必要車線数は14車線(片側7車線)となる。このように、ドライバー満足度を向上する視点のみからLOSを設定し、これを適用して道路整備を行うと、莫大な事業費が生じることとなり現実的でない。

## 6. おわりに

本研究では、都市間高速道路単路部における交通状況を、ドライバー満足度の観点から定量的に評価し、満足度と交通状況との関係を明らかにした。さらに、満足度評価に基づいたLOSの設定を試み、既往設定値との比較評価を行った。その結果、以下の点が明らかになった。

- 1) ドライバーの満足度は、自由流状態では主に15分間交通流率によって大きく影響を受けるが、このほか車線変更回数や追従走行時間、運転経験などによっても左右される。
- 2) 現在の日本の高速道路における30番目時間交通量時におけるLOSに対しては、ドライバーの満

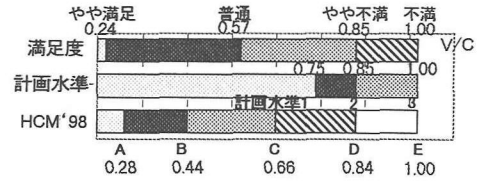


図7. 満足度評価による $v/c$ と既往値との比較

表5 各サービス水準に応じた必要車線数

| サービス水準 |      | V/C  | 必要となる車線数<br>(片側車線数) |
|--------|------|------|---------------------|
| 満足度評価  | 計画水準 |      |                     |
| やや満足   |      | 0.24 | 14車線(7車線)           |
| 普通     |      | 0.57 | 6車線(3車線)            |
|        | 1    | 0.75 | 6車線(3車線)            |
| やや不満   | 2    | 0.85 | 4車線(2車線)            |

足度は高くないと評価されるが、ドライバーを満足させるよう道路を設計するとかなり過大な設計が必要となる。

一般に、ドライバーの満足度に影響を及ぼす交通状況は、道路の幾何構造によっても大きく左右されると考えられる。しかしながら、今回の調査では、実験対象区間が1ヶ所のみであったために、道路幾何構造の違いがドライバーの満足度を与える影響を分析できなかった。そのため、今後は幾何構造の異なる区間についても分析を行うとともに、様々な個人属性のサンプルを用いて一般化することが必要である。また、交通運用に際して重要な位置を占める、渋滞流における交通状況の評価も大きな課題である。

本研究を進めるにあたり、貴重な資料を提供いただいた日本道路公団名古屋管理局の関係各位に謝意を表す。また本研究は、文部省科学研究費補助金(基盤研究(C)(2))の補助を受けて実施したものである。

### <参考文献>

- 1) Transportation Research Board : Special Report 209, Highway Capacity Manual, 1998.
- 2) 中村英樹・二村 達・劉 俊晟：多車線道路単路部における車線数決定要因に関する国際比較分析，第18回交通工学研究発表会論文集，1998.11.
- 3) 増山英太郎・小林茂雄：センソリー・エバリュエーションー官能検査へのいざないー，垣内出版，1989.