

地点 - 区間, 主観 - 客観の関係に着目した道路サービス水準評価要因の分析*

An Analysis of the Factors of User's Road Service Level Recognition*

清水哲夫**・平岩洋三***・森地茂****

By Tetsuo SHIMIZU**・Yozo HIRAIWA***・Shigeru MORICHI****

1. はじめに

我が国の道路整備は、遅々としてはいるが、その量的拡充は進んできた。しかし、渋滞の慢性化や交通事故の増加など、質的な観点では依然として多くの問題を抱えている。このことが、利用者に対して道路サービスが一向に改善されないとの認識を生み、厳しい予算制約と巨大な建設費用に対する問題意識と相まって、昨今の公共投資や道路整備に対する批判となっているものと考えられる。

そのため、今後は道路事業が生み出す効果の種類と規模の観点から、アウトカム指標による評価が導入されようとしている。しかし、ここでのアウトカム指標では、どの評価要素をどの程度改善すれば社会的に望ましいのか明確にされていない。本来であれば、利用者が知覚しているサービスの構成要素と提供レベル（以下、サービス水準と称す）、各要素が社会的に達成されるべきレベルを把握しておく必要がある。前者はサービス水準の定量化問題であり、後者は設定問題となる。

我が国では、可能交通容量に対する設計時間交通量(年間30番目時間交通量)の割合により定義される「計画水準」がサービス水準を表す指標として考えられる¹⁾。しかし、このような水準で本当に利用者が望んでいるサービスが提供できているか不明である。米国においても、HCM²⁾においてもサービス

の質の段階を表す Level of Service (LOS)が定義されているが、交通量/交通容量や平均旅行速度、遅れ時間率等の代表的な指標で簡略に表されており、これらが利用者の知覚しているサービス水準であるか明確に関連付けられていない。

このように、現行のサービス水準の考え方では、利用者意識に基づいた評価が十分に行えないように思われる。しかし、だからといって主観的な意識データをそのまま使えば、信頼性や安定性の問題を抱えることになる。そのため、実務上は客観的な物理データとの関係を把握した上で、対応づけられた物理指標値でもってサービス水準を捉えるべきである。そこで、意識データと物理データの相互の関係を分析する必要が生じることになる。

本研究の目的は、「サービス水準評価に関わる地点と区間の関係、主観と客観の関係に着目しつつ、利用者の知覚に合致するサービス水準評価を計量する方法を提案する」ことである。そのために、サービス水準を利用者による快適性・効率性・安全性等の評価要因で表現し、これらに個人属性、道路構造、交通環境が与える影響を分析する。

2. 道路サービス水準評価の考え方

(1) 既存の研究

1において、制度化されているサービス水準の現状について述べたが、新たにサービス水準を定義し、その評価を試みる研究はいくつか存在する。

喜多・藤原³⁾は、流入部のミクロ交通挙動モデルに基礎をおき、流入車のドライバーが、時々刻々と変化する周囲の状況を考慮してどの行動を選択すれば自らの希望する走行状態を最も達成するか考えながら走行していると仮定し、サービス水準評価指標を検討した。具体的には、ドライバーが効用最大化

*キーワード：道路計画，整備効果計測法，意識調査分析

**正員，博(工)，東京大学大学院工学系研究科社会基盤工学専攻(〒113-8656 東京都文京区本郷 7-3-1, TEL:03-5841-6128, E-mail:sim@planner.t.u-tokyo.ac.jp)

*** 正員，修(工)，国土交通省東北地方整備局三陸国道事務所

****正員，工博，東京大学大学院工学系研究科社会基盤工学専攻

行動をとり、最も希望走行の達成度の高い行動を選択したときの瞬間効用を全区間にわたり合計し、これを単位時間当たりに変換し、さらに、全ドライバーで平均化(平均走行効用)にすることによって、サービス水準指標値を定義した。中村ら⁴⁾は、道路交通サービスの質の定量化に関する試みとして、都市間高速道路の単路部を対象とした走行実験を実施し、交通環境とドライバーの感覚に関するデータを集積し、ドライバーの主観的快適性をあらゆる満足度に基づいた定量化を行っている。ドライバー満足度と大きな相関があるのは安心感であることを指摘し、これが15分間交通流率などの物理指標と相関が高いことを示している。岡村ら⁵⁾は、サービス水準の定義、評価指標選定、レベルの区分に「快適性」をどのように考慮すればよいのか理解するための調査・分析を行い、快適性に及ぼす影響度が高い要因は、自由走行性、混雑度、乗り心地(路面形状)、平面線形、自然景観、縦断線形であることを明らかにしている。前田・喜多⁶⁾は、道路CS調査などにより得られる利用者満足度は、道路利用者の選好意識データであり、道路サービス水準評価指標へと積極的に応用すべきデータであると提言し、その場合のメリット・デメリットを検討している。

(2) 本研究の位置づけ

サービス水準評価に関わる研究を「定量化問題」と「設定問題」に分類するとすれば、以上の既存研究は「定量化問題」に相当すると考えられる。本研究でも、依然として「定量化問題」に課題が多いため、「設定問題」は時期尚早であるとの認識から、「定量化問題」に着目する。筆者らは、「定量化問題」における実務的な課題として、概ね以下の2点を考えている。

サービス水準の抽出要素については、区間速度などの交通運用状態に関わる項目が多い。一方で、道路幾何構造と密接に関連する要素についてはほとんど抽出されていない。そのため、新規道路区間の各種線形パラメータの実現値や、既存道路区間の改良によるパラメータの変化量などが利用者の満足度に及ぼす影響を把握することができない。

道路区間における瞬間的な満足感と区間全体の満足感の関係が不明である。区間と地点の対応関係が明らかになれば、例えば、現行の道路構造令⁷⁾のような地点の最低構造基準を規定するのではなく、最低限の安全を確保した上で、局地的には不満の大きい地点があったとしても、全体で見れば一定の満足を得るように区間設計を行うといった新たな道路設計の考え方が可能となる。なお、適切なネットワーク計画のためには、区間・路線・ネットワーク間の満足感の関係も同様に把握していく必要がある。

本研究は、上記2つの問題意識に立脚し、その初期段階として、特に幾何構造と密接に関連したサービス水準指標の抽出、地点・区間・路線における満足感の相互関係の把握、を主課題とした。

3. サービス水準評価データ取得のための調査

(1) 調査概要

本研究では、道路利用の満足感における地点 - 区間および主観 - 客観の関係を効率よく分析するために、調査車両(国土政策技術総合研究所より借用)による車両挙動等の物理データの測定とその車両の運転者に対する主観評価データの取得を目的とした実走実験、不特定多数の一般利用者に対して主観評価データの取得を目的とした意識調査の2種類の調査を2002年11月9,10,16,17日に実施した。

次に調査対象道路であるが、道路幾何構造に関わる評価要因を抽出するために、サービス水準評価における道路幾何構造要因の重みが相対的に小さいと思われる高速道路ではなく、アクセスコントロールされているが線形条件の悪い道路を含む地域として、神奈川県箱根地区の国道1号線(旧道)、箱根新道(国道1号線、箱根ターンパイクの3つの道路を選択した。紙面の制約もあり、以下に2つの調査の要点だけを記述する。

(2) 実走実験

上記の対象道路のうち、箱根新道と箱根ターンパイクにおいて、被験者16名(女性3名を含む)に1往復ずつ走行してもらい、1Hzの自転車走行データ

(速度(km/h), アクセル開度(%), ハンドル角(deg), 前後・横加速度(m/s²), 角速度(rad/s), 車間距離(m), 傾斜角(deg), ストップランプ), 心電データ(但し, 今回の分析では使用せず), 周辺状態の録画データ, を取得した. また, 走行中に不満感を感じた地点でその内容を申告させ, 走行後に走行中の前方画像を見せながら, その内容を精査した地点不満データ, 走行後に区間別のサービス状態の評価を尋ねた意識調査データ(後述のとほぼ同じ質問項目, 設問Cの不満度項目数は21に増やしている), も同時に取得した.

(3) 一般利用者の意識調査

不特定多数の一般利用者に対して, 箱根ターンパイク料金所, 箱根新道料金所, 箱根小涌園ユネッサンの駐車場において, 箱根地区の3つの道路に関する評価に関するアンケート調査(8,815部配布, 642部回収)を実施した.

設問は, 普段の自動車利用(設問A), 対象3道路に関する走行経験と走行優先順位(設問B), 過去の走行経験を基に評価を尋ねる道路を1つ割り当てた上で, 各道路のサービス要素の不満度を問う設問(設問C), 仮想的な道路改良に対する選好(設問D), 個人属性等(設問E)である. データの根幹である設問Cについては, 国道1号線(旧道)は宮ノ下交差点で2区間に分割し, 箱根新道は七曲り区間とそれ以外区間に分割し, 区間別上下線別にカーブ, 勾配, 見通し等の線形, 走行の自由度, 事故危険性や疲労等, 所要時間予測に対する15項目の不満度を4段階で尋ねている.

4. 実走実験データの分析

(1) 主観評価要因の抽出

はじめに, 区間サービス水準評価の要因を抽出するために, 実走実験被験者のデータ 設問Cのデータを利用してプロマックス回転による因子分析を行った. 詳細は割愛するが, 曲線線形, 挙動選択性, 横断線形, 疲労性, 速達性, 後続車からのプレッシャー, 通行料金の7つの因子が抽出された. 因子間の相関については, 曲線線形と疲労性が0.414と大

表-1 サービス評価と物理データの対応
(「急カーブがあるから不満である」の項目)

区間	平均ハンドル角(deg)				
	値	1	2	3	4
新道七曲り以外下り	13.5	2	8	5	0
新道七曲り以外上り	15.6	1	9	2	3
TP下り	16.2	4	7	3	0
TP上り	19.4	3	6	3	2
新道七曲り下り	30.0	1	2	7	5
新道七曲り上り	33.6	1	1	5	8

1:まったくあてはまらない~4:よくあてはまる

きく, カーブと疲労のある程度の関係性が伺える.

(2) 主観評価と物理データの関係

ここでは, 実走被験者の主観評価と, 物理データである車両挙動データや周辺交通環境との関係を分析する. 具体的には, データ 設問Cのデータと, 調査車両から加工可能な物理データ(「平均ハンドル角」, 「平均傾斜角」, 「最大傾斜角」, 「平均速度」, 「車間20m以下の割合」の5項目)の項目でクロス表分析を行う.

表-1に, 一例として, 「急カーブがあるから不満である」というサービス評価の主観値と走行結果として計測された平均ハンドル角のクロス表である. 明らかに, ハンドル操作が大きければ(平均的な曲率が大きければ)急カーブに対する不満が増大する関係となっている. このことは, 「カーブ数」, 「カーブが連続」, 「カーブの長さ」など, 他のカーブの不満表現でも同様であった. その他, 「見通し」と平均ハンドル角, 「勾配」と傾斜角, 「法廷速度」と平均速度, 「ノロノロ」と車間20m以下割合との相関が高い結果となった.

(3) 地点の不満と区間評価の関係

データ における被験者の不満表明数を単純に集計して, データ 設問Cの区間評価と比較を行った. 詳細は講演時に示すが, 地点の評価と区間の評価の考え方に相違が見られた. この場合, 地点評価の単純集計が区間評価とはならない可能性がある.

5. 一般利用者データの分析

(1) 主観評価要因の抽出

一般利用者の主観評価についても, 因子分析に

表-2 一般利用者のサービス要因分析

変数名	第1因子	第2因子	第3因子
	線形安全性	遅延疲労性	挙動選択性
急カーブがある	0.898	-0.094	0.027
カーブが多い	0.933	-0.082	0.040
見通しが悪い	0.740	0.117	0.077
道幅が狭い	0.467	0.312	0.025
中央分離帯がない	0.456	0.167	-0.082
追い越しがしにくい	0.152	-0.023	0.491
勾配が急である	0.575	0.053	0.042
よく前の車につかえる	-0.046	0.033	1.018
よく渋滞に巻き込まれる	-0.069	0.557	0.289
運転時に疲れる	0.389	0.440	-0.069
事故に遭う確率が高そうである	0.398	0.389	-0.024
距離のわりに時間がかかる	0.103	0.771	-0.012
通行所要時間の見積りが難しい	0.013	0.822	-0.030

よる要因抽出を行った。表-2にその結果（因子負荷量）を示す。各因子と変数のパス係数に応じて、抽出した3因子について、「構造安全性」、「遅延疲労性」、「挙動選択性」と名付けた。これらは実走被験者による7因子の一部とほぼ合致している。因子間の相関についても、「構造安全性」と「遅延疲労性」は高く（0.506）、線形と疲労の関係は深いと考えられる。このように、調査対象となる道路によっては、道路構造要因が評価要因となり得る。4では小数サンプルながら主観評価と物理データの対応関係が取れていることから、一般利用者の主観評価も対応する物理データによって関連づけられる可能性は高い。

(2) 各道路区間の総合評価の試算

ここでは、長島・新堂の方法⁸⁾を用いて、因子分析をベースとした総合評価を行った。図-1に区間別・因子別の評点（最良のTP下りを+100点に換算）を示す。本図の見方であるが、TPは3要因とも評価が正方向であり、新道では七曲り区間以外では構造安全性の評価が高い一方で、その他の評価は低い、七曲り区間は明らかに構造安全性の評価が低く、国道1号線は所要時間がかかることから遅延疲労性の評価が低い。このように、要因特性に応じて、道路区間のサービス水準評価が行えることになる。なお、この要因別区間評価値を用いて、サンプルの路線選択確率モデルの効用変数として用い、かつ区間の重みを考慮するパラメータについても同時推定してみたところ、今回の対象では、評価の低い区間の存在が効用を大きく押し下げる結果とはならなかった。

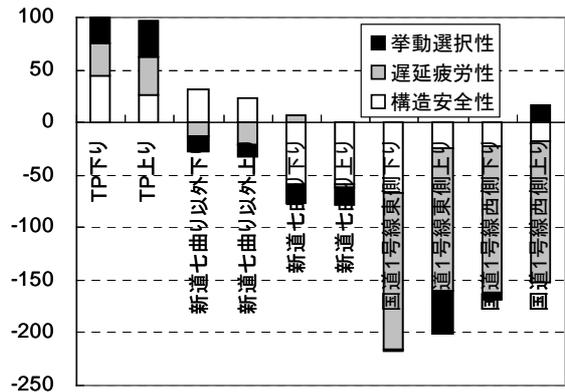


図-1 各区間の評価とその内訳

6. おわりに

本稿は、道路サービス水準評価について、地点 - 区間、主観 - 客観の対応関係に着目しながら、主に道路構造に関する評価要因を抽出するために、各種調査を行い、初期的ではあるが、いくつかの有益な結果を得た。分析の詳細、今後の課題については講演時に紹介する予定である。

なお、本稿は土木学会土木計画学研究委員道路利用の効率化および環境負荷軽減のためのITS研究小委員会（代表：内山久雄東京理科大学教授）の成果である。関係各位に記して謝意を表する。

参考文献

- 1) 道路の交通容量, (社)日本道路協会, 1984.
- 2) Highway Capacity Manual, Transportation Research Board, 2000.
- 3) 喜多秀行, 藤原栄吾: 道路のサービス水準評価指標の再考とひとつの提案, 第15回交通工学研究発表会論文報告集, pp.25-28, 1995.
- 4) 中村英樹, 加藤博和, 鈴木弘司, 劉俊晟: ドライバー主観の計量による高速道路単路部のサービスの質の定量化とその要因分析, 土木計画学研究・論文集, No.17, pp.941-946, 2000.
- 5) 岡村秀樹, 河内建, 熊谷孝司: 高速道路における運転快適性調査に基づくサービス水準についての考察, 第22回交通工学研究発表会論文報告集, pp.53-56, 2002.
- 6) 前田信幸, 喜多秀行: 道路交通のサービス水準に関する現状と展望に関する考察, 土木計画学研究・講演集, Vol.26(CD-ROM), 2002.
- 7) 道路構造令の解説と運用, (社)日本道路協会, 1983.
- 8) 長島直樹, 新堂精士: 新たな構成指標作成の試み, 富士通総研経済研究所レポート, No.97, 2000.