

# 運転環境の質に対するドライバーの 認識・評価の集計構造に関する基礎的研究

河内 朗<sup>1</sup>・喜多 秀行<sup>2</sup>・本田健祐<sup>3</sup>

<sup>1</sup>正会員 神戸大学大学院工学研究科博士後期課程市民工学専攻（〒657-8501神戸市灘区六甲台町1-1）  
株式会社 長大 道路交通計画部（〒550-0013 大阪市西区新町2-20-6）  
E-mail:kouchi-a@chodai.co.jp

<sup>2</sup>正会員 神戸大学大学院 工学研究科市民工学専攻（〒657-8501神戸市灘区六甲台町1-1）  
E-mail:kita@crystal.kobe-u.ac.jp

<sup>3</sup>学生会員 神戸大学大学院工学研究科博士前期課程市民工学専攻（〒657-8501神戸市灘区六甲台町1-1）  
E-mail:111t144t@stu.kobe-u.ac.jp

ドライバーが区間内の各地点で直面する運転環境の質に対して行っている地点評価から、それまでに走行してきた区間全体の評価の形成過程を表すモデルとして“区間評価モデル”がある。ここでは、ある地点の地点評価値と区間評価値を関連付ける“瞬間確信度関数”を導入しているが、その特性に関しては、まだ十分には明らかとなっていない。そこで本研究では、簡易的な予備実験を実施し、瞬間確信度関数の形状について把握する。その結果、瞬間確信度関数は指数関数で近似できるが傾きは従来の想定よりも緩やかであること、またサービスの質の改善・悪化によって地点評価値が区間評価値の確信度に与える影響は異なったものとなる可能性のあることが明らかにする。

**Key Words :** *quality of service, driver's perception, belief updating, fuzzy theory*

## 1. はじめに

道路の円滑・安全・確実な運用は、産業活動や日常生活を維持し、さらに発展させていく上で必要不可欠な要件である。この要求にこたえるべく、これまでに道路の量的拡大が精力的になされ、それは同時にサービスの質の向上をもたらしてきた。ここで、サービスの質とは、“道路利用者の認識に基づくもの”や“道路利用者が提供を受けるもの”として位置づけられる<sup>1,2)</sup>。道路が概成をみた現在においては、顧客満足の観点にも目を向けて、直接的に“道路利用者が認識するサービスの質”を向上させるための方策を、道路設計・運用計画に反映させていくことが必要である。

しかし、道路利用者が認識するサービスの質は、道路の整備量とは異なって定量化が容易ではない。道路利用者の認識には“主観”が介在するためである。この“主観”は、“あいまいさ”や“多様性”といったかたちで、道路利用者が認識するサービスの質に影響を与える。サービスの質に対するドライバーの認識・評価構造を明らかにしなければならぬ理由の一つがここにある。

ドライバーの認識構造に基づけば、周辺車両との相対

速度や車間距離といった時々刻々と変化する周辺車両との状況（以下、マイクロ運転環境）をもとに、ドライバーはその時点のサービスの質を評価しているものと考えられる。このある時点のマイクロ運転環境に対するサービスの質を“地点レベルのサービスの質”とすれば、“区間レベルのサービスの質”はそれらを集計したものであることを筆者らはこれまでに明らかにし<sup>3,4)</sup>、さらに喜多ら<sup>5)</sup>はそれを発展させて、地点レベルのサービスの質から区間レベルのサービスの質の形成過程を表したモデルとして、“区間評価モデル”を提示した。

“区間評価モデル”の基本的な考え方は、ドライバーは各地点での地点レベルのサービスの質の評価を受けて、区間全体のサービスの質の評価に対する確信度を更新しているというものである。ここで区間評価モデルでは区間全体のサービスの質の評価値を11段階の離散値としており、確信度とは、これら離散的な各区間評価値に対してドライバーが持つ確信の程度を評定したものである。区間評価モデルでは、地点評価値から“瞬間確信度関数”を用いて離散的な各区間評価値に対する“瞬間確信度”を求める。そして、当該地点までの走行環境で形成された確信度に対して、新たに得られた瞬間確信度を加

味することで、離散的な各区間評価値に対する“確信度”を更新し、評価値の確信度に対する加重和を更新された区間評価値として求める、といったプロセスを各地点について繰り返すことを想定している。

ここで、地点評価値と区間評価値の確信度を関連付けるものとして、新たに“瞬間確信度関数”なる概念を導入している。しかし、そこでは指数関数を外生的に仮定しているにすぎず、区間評価モデルの精度向上のためには瞬間確信度関数について明らかにする必要がある。

そこで本研究においては、瞬間確信度関数の同定法について提示し、さらに予備実験データを用いてその形状を明らかにする。以下、第2章では、本研究の考え方について説明する。第3章では瞬間確信度関数の同定法について述べ、第4章では本研究での予備実験データを用いて瞬間確信度関数を同定する。第5章では本研究で得られた成果と今後の課題について述べる。

## 2. 本研究の考え方

### (1) ドライバーの認識に基づくサービスの質の評価のフレーム

本研究は、ドライバーの認識構造を踏まえたサービスの質の評価の一部に位置づけられ、その全体フレームについてはこれまでに折に触れて発表してきている<sup>6,7)</sup>。ここでは、本研究の位置づけを理解するために、最小限必要となる部分にとどめて、ドライバーの認識に基づくサービスの質の評価のフレームを紹介する。

フレームの基本的な考え方を図-1に示す。ここでの基本的な考え方は、ドライバーはマクロ交通特性データに対してではなくマイクロ運転環境に対してサービスの質を評価しているということ、また、ある道路区間全体のサービスの質は当該区間に含まれる各地点でのマイクロ運転

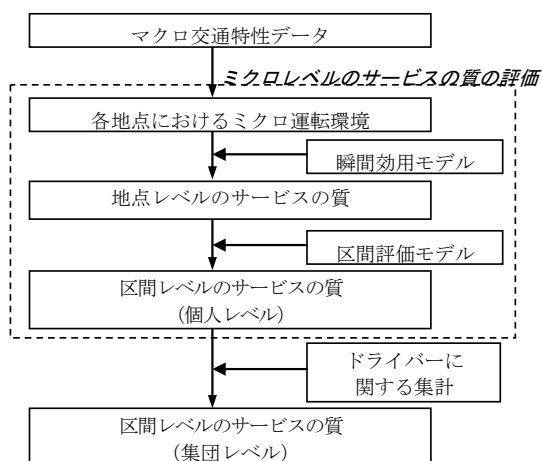


図-1 サービスの質の評価に関するフレームワーク

環境に対するサービスの質を集計化することで求まるということである。既往研究<sup>8)-14)</sup>で提示されたサービス指標は、ドライバーが認識しえないマクロ交通特性データとサービスの質の評価を直接関連づけようとしているため、提示されたサービス指標がドライバーの認識に基づくサービスの質を適切に反映したものなのかどうかの判別がつかない。これに対して、我々が提案するフレームワークに従えば、ドライバーが認識するサービスの質の代理指標としてのサービス指標を、ドライバーの認識構造を踏まえながらマクロ交通特性データを用いて導き出すことが可能である。

### (2) 区間評価モデル

ドライバーは、当該評価区間の道路上を移動しながら走行サービスの質の評価を行っている。すなわち、各地点において走行環境の質を評価し、これを何らかの形で集計して区間全体の評価を行っていると考えられる。

喜多・河内<sup>3)</sup>は、ドライバーが、区間内の各地点で直面する運転環境に対して行う地点評価を何らかの集計構造を通して集計し、区間全体を評価しているとの想定の下で、当該区間に含まれる地点レベルのサービスの質の最大値と平均値からなる集計構造を表した“区間集計モデル”を提示した。Kita and Kouchi<sup>4)</sup>では、分析データの拡充を行った上で、平均値を中央値と置き換えることで最大値と最小値から区間レベルのサービスの質を推定する新たな区間集計モデルを提示し、パラメータ有意性の改善を行った。しかしながら、これらのモデルは、区間レベルのサービスの質と地点レベルのサービスの質の相関関係に基づいて構築されたものであり、集計構造の形成過程については不明のままとなっていた。

そこで、喜多ら<sup>5)</sup>は、地点レベルのサービスの質を根拠とした区間レベルのサービスの質の形成過程を表したモデルとして、“区間評価モデル”を新たに提示した。区間評価モデルでは、ドライバーは、ある道路区間に入れた時点で当該地点の走行環境を評価するとともに、区間全体の走行環境の質を推測し、時間の経過に伴い刻々と変化する運転環境に対する評価に基づき、逐次、区間全体の評価を更新することを想定する。ある1つの対象に関する評価を、逐次取得する情報に基づいて更新するというメカニズムについては、Hogarth<sup>15)</sup>がThe belief-adjustment modelを提案しており、区間評価モデルはその考え方を拡張したものである。

区間評価モデルの考え方を図-2に示す。区間評価モデルでは、区間全体の主観評価値  $\bar{v} = \left\{ \bar{v}_n \right\}$  がn段階の離散値で表されることを想定しており、地点評価値  $V_{spot}^t$  から“瞬間確信度関数”を用いて離散的な各区間評価値に対する瞬間確信度  $s_t^v$ 、 $s_t^v \in [0,1]$  を求める。ここで

$v = |V_{spot}^t - \bar{V}_n|$ である。そして、それらを当該地点までの走行環境で形成された確信度  $S_{t-1}^{\bar{V}} = \{S_{t-1}^{\bar{V}_n}\}$ ,  $S_{t-1}^{\bar{V}} \in [0,1]$ に対して加味することで、新たに離散的な各区間評価値に対する確信度  $S_t^{\bar{V}} = \{S_t^{\bar{V}_n}\}$ ,  $S_t^{\bar{V}} \in [0,1]$ を得る。この過程を繰り返して、最終的に区間評価値  $\bar{V}_n$  を確信度  $S_t^{\bar{V}}$  で重みづけして区間全体の評価値  $\bar{V}$  を確定値として求める。区間評価の更新過程を図-3に示す。ここでのグラフは縦軸に確信度  $S_t^{\bar{V}}$ , 横軸に区間全体に対する主観評価値  $\bar{V}$  をとる確信度分布を表す。

区間評価モデルは、以下のとおり定式化される。

$$S_{t-1}^{\bar{V}_n} = S_{t-1}^{\bar{V}_n} + w_t [s(V_{spot}^t - \bar{V}_n) - R] \quad (1)$$

ここで調整ウエイト  $w_t$  は、(1)式右辺第2項の参照点  $R$  (一期前の確信度  $S_{t-1}^{\bar{V}_n}$ ) が高い時と低い時で確信度  $S_{t-1}^{\bar{V}_n}$  に与える影響が異なる構造を有している。一期前の確信度  $S_{t-1}^{\bar{V}_n}$  が瞬間確信度  $s(V_{spot}^t - \bar{V}_n)$  より大きい時、調整ウエイト  $w_t$  は、時点  $t$  での確信度を低下させるように働く。その際の調整ウエイト  $w_t$  の重みは、一期前の確信度  $S_{t-1}^{\bar{V}_n}$  が適用され、次式のように表される。

$$w_t = \alpha S_{t-1}^{\bar{V}_n} \quad \text{for } s(V_{spot}^t - \bar{V}_n) \leq R \quad (2)$$

一方、一期前の確信度  $S_{t-1}^{\bar{V}_n}$  が瞬間確信度  $s(V_{spot}^t - \bar{V}_n)$  より小さい時、調整ウエイト  $w_t$  は、時点  $t$  での確信度を上昇させるように働く。その際の調整ウエイト  $w_t$  の重みは、 $(1 - S_{t-1}^{\bar{V}_n})$  が適用され、次式のように表される。

$$w_t = \beta (1 - S_{t-1}^{\bar{V}_n}) \quad \text{for } s(V_{spot}^t - \bar{V}_n) > R \quad (3)$$

(2)式, (3)式に含まれるパラメータ  $\alpha, \beta$  ( $0 \leq \alpha, \beta \leq 1$ ) は、“情報に対する感じやすさ”を表し、人により、また状況により変化する。

### (3) 瞬間確信度関数

“瞬間確信度関数”とは、瞬間確信度  $s(V_{spot}^t - \bar{V}_n)$  を推定する際に当該評価区間内の各地点における評価値  $V_{spot}^t$  と評価値  $\bar{V}_n$  を関連づける関数である。この関数は以下の3つの条件を満たすものとの想定をおく。

- ①瞬間確信度関数は、0~1の尺度で変化する。
- ②地点評価  $V_{spot}^t$  と評価値  $\bar{V}_n$  の差が大きければ、瞬間確信度は低下し、0に漸近する。
- ③地点評価  $V_{spot}^t$  と評価値  $\bar{V}_n$  の差が小さければ、瞬間確信度は上昇し、 $V_{spot}^t = \bar{V}_n$  の場合は1をとる。

これら3つの条件を満たす最も簡単な関数として、喜多ら<sup>9)</sup>では地点評価と評価値の差の絶対値を変数とする指数関数を仮定し定式化している。

$$s(V_{spot}^t - \bar{V}_n) = e^{-\lambda |V_{spot}^t - \bar{V}_n|} \quad (4)$$

$$0 \leq s(V_{spot}^t - \bar{V}_n) \leq 1$$

### (4) 本研究の位置づけ

現行の瞬間確信度関数は、指数関数を仮定しているが、これは区間評価モデルの全体構造を俯瞰するために、瞬間確信度関数の同定を行わずに外的に設定したものである。瞬間確信度関数が区間評価値に対する確信度を適切に表現したものであるかどうかは、現段階では明らかとなっていない。瞬間確信度関数は、地点レベルのサービスの質と区間レベルのサービスの質を繋げる役割を担っており、その同定はモデルの推定精度を向上させる上で重要である。

ここで、曖昧さを与件として取り扱って情報処理を行うファジイ理論では、ある要素がある集合(ファジイ集合)に帰属する度合いを帰属度として表し、帰属度は帰属度関数(メンバシップ関数)で与えられる。確信度は、自らが行った評価に対してどの程度確信を持っているかを評定したものであり、確信度を地点評価と関係づけたものが瞬間確信度関数であることからすると、確信度関数はファジイ理論の帰属度関数と同じ意味を持っており、確信度関数の同定は帰属度関数の同定に他ならない。

ファジイ理論の分野では帰属度関数の同定方法に対して様々な方法が提案されており、本研究ではそれら知見を援用して瞬間確信度関数を同定する。

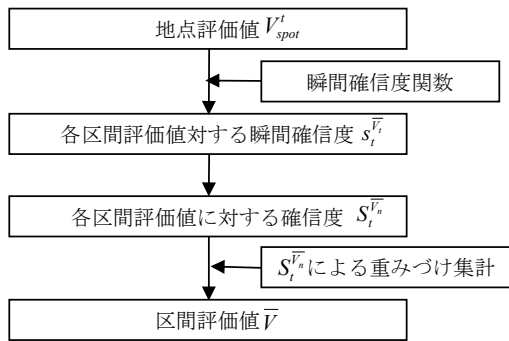


図-2 区間評価モデルの考え方

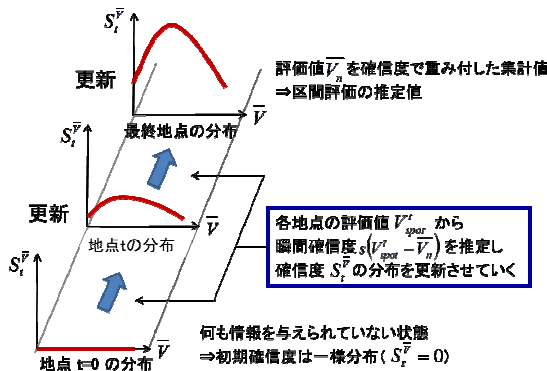


図-3 区間評価の更新過程イメージ

### 3. 瞬間確信度関数の同定

#### (1) ファジィ多目的並列評定法 (FCR法)

瞬間確信度関数の同定では、ドライバーが離散的な区間評価値に対して与える確信度が必要となるが、確信度そのものに主観評価に伴う曖昧さが介在する可能性がある。そこで、本研究では、瞬間確信度関数の同定にファジィ理論を応用した“ファジィ多項目並列評定法” (Fuzzy-set Concurrent Rating Method: 以下、FCR法)<sup>16)</sup>を用いる。FCR法は、ファジィ理論で用いられる“メンバシップ関数”の心理学的な測定をするために着想された手法であり、帰属度、すなわち確信度そのものをファジィ理論を用いて推定する。

従来の“評定尺度法”では、“両極性尺度” (好きー嫌い) の中からどれか一つを選択させることで当該項目の評定結果を得ていた。これに対して、FCR法は“単極性尺度” (好きー好きでない) を排他的な項目で複数組み合わせて“並列評定尺度” (例えば“好きー好きでない”と“嫌いー嫌いでない”) とした上で、それぞれの“そういえる度合い”を評定尺度法等で測定する。そして、それらの答えを“ファジィ推論”等の数理的技法によって代表的なスコア値に統合し、それを当該項目の評定結果とする手法である。

#### (2) 瞬間確信度関数の同定法

瞬間確信度関数の同定に際しては、地点評価値  $V_{spot}^t$  と区間評価値  $\bar{V}_n$  の差である評価値差  $v = |V_{spot}^t - \bar{V}_n|$  ( $0 \leq v \leq 10$ ) と、それに対応した瞬間確信度  $s^v$  に関するデータが必要となる。瞬間確信度  $s^v$  は、FCR法を用いて取得するが、その方法は以下のとおりである。

まず、 $V_{spot}^t$  と  $\bar{V}_n$  に見立てた2つの走行環境に対して、その生起に関する程度である評定値  $a, b$  ( $0 \leq a, b \leq 1$ ) を並列評定尺度にて、図-4に示すようにそれぞれ収集する。評定値  $a$  は  $V_{spot}^t$  の走行環境のもとで、 $\bar{V}_n$  の走行環境に遭遇しないと思える程度であり、評定値  $b$  は遭遇すると思える程度である。この2つの評定値を統合して当該パターンの統合値を算出し、これを確信度  $s^v$  とする。統合値の算出方法についてはいくつかの数理的技法が提示されているが、本研究ではファジィ推論の“Min-Max-重心法”を用いた小田・林<sup>16)</sup>の以下の算定式を用いる。

$$i) 0 \leq a < 0.5 \text{ または } 0 \leq b < 0.5, \text{ か } a \geq b$$

$$s^v = \frac{(-3+b)b}{2(-2a+a^2-b)} \quad (5)$$

$$ii) 0 \leq a < 0.5 \text{ または } 0 \leq b < 0.5, \text{ か } a < b$$

$$s^v = \frac{-\frac{a}{2} + \frac{a^2}{2} + 2b - b^2}{2 + 2b - b^2} \quad (6)$$

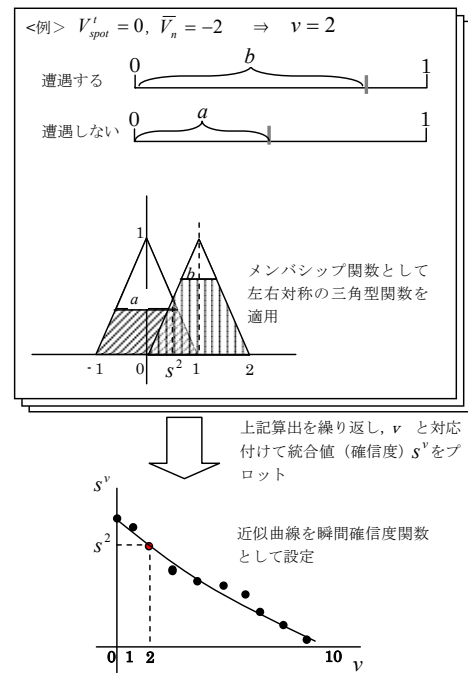


図-4 瞬間確信度関数の同定法

$$iii) a \geq 0.5 \text{ か } b \geq 0.5$$

$$s^v = \frac{-\frac{1}{8} + 2b - b^2}{-\frac{1}{4} + 2a - a^2 + 2b - b^2} \quad (7)$$

$$iv) a=0 \text{ か } b=0$$

$$s^v = 0.5 \quad (8)$$

これを複数パターンの運転環境の組み合わせについて実施し、様々な運転環境の組み合わせに対する確信度を取得する。そして、その関係をプロットし、その近似曲線を瞬間確信度関数として求める。

なお、瞬間確信度に関する十分な情報が存在していないことに鑑み、本研究においては、まずは2名の被験者による予備実験を実施し、瞬間確信度関数の同定を行う。

### 4. 瞬間確信度関数の同定結果

#### (1) 方法

瞬間確信度関数の同定に際しては、地点評価値  $V_{spot}^t$  と区間評価値  $\bar{V}_n$  の差である評価値差  $v$  と、それに対応した確信度  $s^v$  に関するデータが必要となる。本研究では、瞬間確信度関数  $s(\cdot)$  の同定に際して必要となるデータをビデオクリップを用いた室内実験から収集する。

室内実験は平成23年8月3日(火)に、普段から自動車を利用している20代の男子学生2名を対象として実施した。室内実験では、まずビデオクリップで映し出された

運転環境の質に対する主観評価値 $V$ を収集し、その結果をもとに実験で用いるビデオクリップの選定を行った。続いて、選定したビデオクリップの中から、それぞれ $V_{spot}^l$ と $\overline{V}_n$ に見立てた2つのビデオクリップを順に提示し、2つの運転環境の生起に関する評定値 $ab$ をそれぞれ収集した。評定値 $a$ は最初に提示したビデオクリップの運転環境のもとで、続いて提示したビデオクリップの運転環境に遭遇しないと思える程度であり、評定値 $b$ は遭遇すると思える程度である。

これら評定値 $a$ 、 $b$ を用いて3.(2)で述べた方法で確信度 $s^*$ を算定するとともに、それに対応した評価値差 $v$ は事前に収集した主観評価値を用いて算定した。これを複数の組み合わせパターンについて繰り返すことで、それぞれの組み合わせに対応した確信度 $s^*$ と評価値差 $v$ を得て、その関係から瞬間確信度関数 $s(\cdot)$ を同定した。

## (2) データ収集

### a) 運転環境の質に対する主観評価値の収集とビデオクリップの選定

まず、各ビデオクリップの運転環境に対する各被験者の主観評価値 $V$ を収集した。ビデオクリップは、過去に実施した阪神高速道路での走行実験で記録したドライバーの視点での前方映像から、任意に5秒間を切り出して作成した(図-5参照)。その際、道路構造は極端に異なるものとし、また走行中の利用車線は走行車線であることを基本とした。ビデオクリップは、1分間隔でランダムにパソコンモニター(21インチ)に提示した。放映パターンは、主観評価値 $V$ (0~10)をできるだけ満遍なく収集するため20パターンとし、被験者は画像の提示を受けた直後に、画像の運転環境に対する主観評価値 $V$ を回答するものとした。ここで、“0”はストレスが全くない状態、“-10”はストレスを非常に感じている状態、“-5”はストレスを感じているが容認できるギリギリの状態との定義を与え、さらに必要に応じて小数での回答も可とした。なお実験実施に際しては、被験者に対して事前に走行映像を見せて各人の評価基準を明らかにすることにより、走行中に評価基準が形成されてしま



図-5 ビデオクリップのキャプチャ

うことのないようにした。

続いて、被験者ごとに各主観評価値 $V$ に対して1つのビデオクリップの割付けを行った。このとき、被験者1と被験者2の評価値に3以上の乖離があるビデオクリップは妥当性が低いものと考え、選定対象から除外した。

以上から、被験者1で8パターン(8評価値)のビデオクリップ、被験者2で6パターン(6評価値)のビデオクリップを選定した。

### b) 2つの運転環境の生起に関する評定値の収集

ここでは、確信度を算定するため、選定したビデオクリップの中から、それぞれ地点評価値 $V_{spot}^l$ と区間評価値 $\overline{V}_n$ に見立てた2つのビデオクリップを順に提示し、2つの運転環境の生起に関する評定値をそれぞれ収集した。

まず実験に際しては、被験者に提示するビデオクリップの組み合わせパターンを決めなければならない。本研究では、地点評価値 $V_{spot}^l$ に関する運転環境を“現在直面した運転環境”とし、区間評価値 $\overline{V}_n$ に関する運転環境を“他の地点で直面する運転環境”として、順に提示することとした。区間評価値に関する運転環境についても地点評価値と同様の5秒間のビデオクリップにて示すが、ここでは他の地点で直面する運転環境が、当該区間の運転環境を代表しているとの仮定をおいている。現在直面した運転環境として提示するビデオクリップとしては、“最もストレスの小さい評価値のビデオクリップ”と“最もストレスの大きい評価値のビデオクリップ”の2パターンを準備した。これは、両極端のビデオクリップを用いた方が、評価値差 $v$ を正負について満遍なく収集できるためである。他の地点で直面する運転環境は、現在直面した運転環境で用いているビデオクリップを含んだ被験者ごとに選定したビデオクリップから、ランダムに1枚を抽出した。

以上の手続きにより、被験者1については“最もストレスの小さい評価値のビデオクリップ”を現在直面した運転環境とした8パターンと、“最もストレスの大きい評価値のビデオクリップ”を現在直面した運転環境とした8パターンの計16パターンのビデオクリップの組み合わせを準備した。被験者2についても同様に、“最もストレスの小さい評価値のビデオクリップ”を現在直面した運転環境とした6パターンと、“最もストレスの大きい評価値のビデオクリップ”を現在直面した運転環境とした6パターンの計12パターンのビデオクリップの組み合わせを準備した。

これら各パターンのビデオクリップを被験者に提示して、その生起に関する評定値の収集を行うが、被験者が各ビデオクリップに対して自らが行った主観評価値といった数値情報そのものを根拠として瞬間確信度に関する

回答を行うことを避けるため、先ほどの“主観評価値の収集”から6時間後に評定値の収集を行った。

まず、被験者に対して、“最もストレスの小さい評価値のビデオクリップ”を現在直面した運転環境とする組み合わせパターンのビデオクリップを1つ提示した。このとき、被験者に対して主観評価値情報は提示しない。被験者は、現在直面した運転環境に対して、他の地点で直面する運転環境として提示した2つめのビデオクリップの運転環境に遭遇しないと思える程度を、回答用紙に示した0~1の評定尺度上に区切り線を記入するものとした。ここで、“0”は全くそう思わない、“1”は確実にそう思う、である。区切り線の0からの距離を評定尺度の全長で割った値を評価値 $a$ とした。これを“最もストレスの小さい評価値のビデオクリップ”を現在直面した運転環境とする組み合わせパターンの全てに対して1分間隔で実施した。引き続き、同様の方法で“最もストレスの大きい評価値のビデオクリップ”を現在直面した運転環境とする組み合わせパターンの評価値 $a$ を収集した。

次に、同じ順番でビデオクリップの組み合わせパターンを提示し、今度は現在直面した運転環境に対して、他の地点で直面する運転環境として提示した2つめのビデオクリップの運転環境に遭遇すると思える程度である評定値 $b$ を収集した。

以上の手続きにより、被験者1については16パターン、被験者2については12パターンのビデオクリップの組み合わせそれぞれに対して、評定値 $ab$ を収集した。

### (3) 同定結果

まず、室内実験で収集した評定値 $a, b$ を用いて、3.(2)で述べた方法で確信度 $s^v$ を算定するとともに、それに対応した評価値差 $v$ を事前に収集した主観評価値を用いて算定した。

被験者1と2のそれぞれの確信度と評価値差 $(V_{spot}^t - \bar{V}_n)$ に関する散布図を、図-6~図-9に示す。

まず被験者1についてみると、図-6から明らかなように、 $V_{spot}^t \geq \bar{V}_n$ と $V_{spot}^t < \bar{V}_n$ では瞬間確信度の分布傾向が異なる。現時点で直面した走行環境よりも区間全体ではより好ましい走行環境であるとする $V_{spot}^t < \bar{V}_n$ では、最も運転環境の質が異なる $V_{spot}^t - \bar{V}_n = 10$ の場合でも、瞬間確信度が0.4程度存在する。被験者に評定理由を確認したところ、“ずっと悪い状態は続かないはずだと思った”、“悪い状態が続くとは考えたくない”といった回答があった。本実験に際しては、当該道路に対する予備知識は全く持たず、直面した運転環境のみに基づいて他の区間で直面すると想定できる運転環境の程度を評価するよとの指示を与えたが、被験者1の評価には運転環境に対する“希望”や“期待”が入り込んだものと

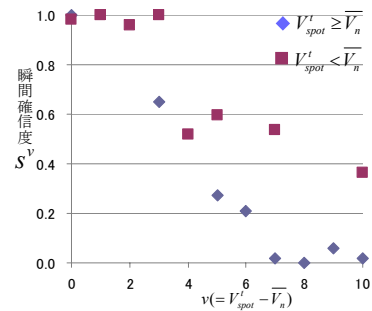


図-6 瞬間確信度の分布 (被験者1)

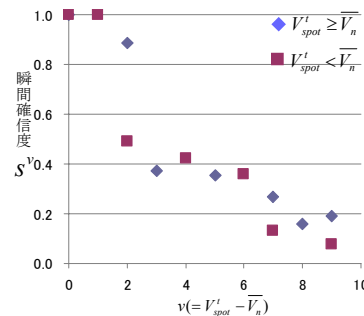


図-7 瞬間確信度の分布 (被験者2)

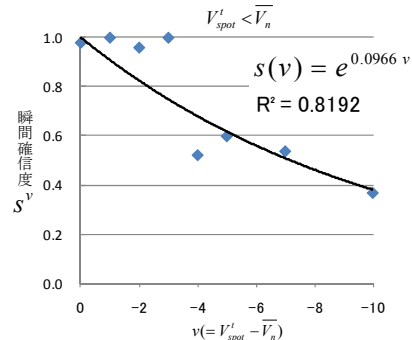


図-8(a) 瞬間確信度関数の近似 (被験者1)

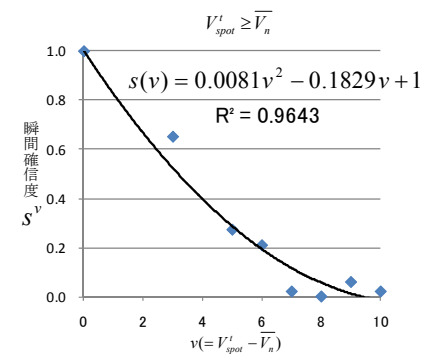


図-8(b) 瞬間確信度関数の近似 (被験者1)

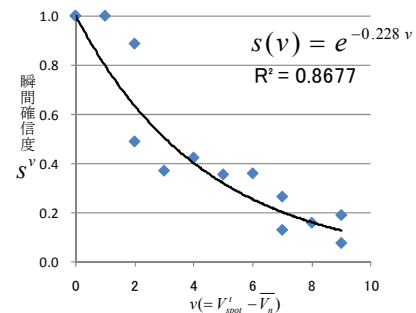


図-9 瞬間確信度関数の近似 (被験者2)

なっている。因みに、現時点で直面した走行環境よりも区間全体ではより好ましくない走行環境であるとする  $V_{spot}^t \geq \bar{V}_n$  では、 $V_{spot}^t - \bar{V}_n = 7$ あたりから瞬間確信度はほぼ0となっている。これは、 $V_{spot}^t < \bar{V}_n$ での被験者の評定理由を踏まえると、“悪い運転環境に直面するとは思いたくない”ためであると予想できる。非常に限定されたサンプルでの結果であることに注意を要するが、この結果は、運転環境に対する“希望”や“期待”が介在することで、瞬間確信度関数が  $V_{spot}^t \geq \bar{V}_n$ と  $V_{spot}^t < \bar{V}_n$ では異なった傾向を示す可能性があることを示唆するものである。

一方で、被験者2は図-7で示されているように、 $V_{spot}^t \geq \bar{V}_n$ と  $V_{spot}^t < \bar{V}_n$ で、同様の瞬間確信度の傾向を示している。被験者に確認したところ、特に“希望”や“期待”を考慮せずに、提示されたビデオクリップの運転環境の実現可能性のみを考慮して評価を行っていた。

今回の被験者1と被験者2の結果の相違の理由の1つは、運転環境に対する“希望”や“期待”を考慮していたかどうかということである。ドライバーが、道路に対してあるべき運転環境のイメージを持っていることは十分に想定できる。例えば地方部と都市部など、普段利用している道路の状況が異なれば、瞬間確信度関数も異なったものになるかもしれない。

次に、限られたデータではあるが、各被験者について瞬間確信度関数の同定を試みた。まず被験者1であるが、 $V_{spot}^t \geq \bar{V}_n$ と  $V_{spot}^t < \bar{V}_n$ で評価傾向が異なるため、それぞれに区分して、図-8に示すように関数の当てはめを行った。その結果、 $V_{spot}^t < \bar{V}_n$ においては指数関数、 $V_{spot}^t \geq \bar{V}_n$ においては二次関数による近似で、それぞれ比較的高い説明力が得られている。

被験者2では、図-9に示すように指数関数による近似で高い説明力が得られている。これは当初の仮定と合致するものであるが、指数関数のパラメータは今回の予備実験結果からは  $\chi = -0.227$ となり、 $V_{spot}^t - \bar{V}_n$ に対する確信度の感度については当初の仮定よりも緩やかなものとなっている。

## 5. おわりに

本研究では、サービスの質に関する地点評価から区間評価の形成過程において重要な役割を果たす瞬間確信度関数の形状について、予備実験の結果から把握した。

その結果、運転環境に対する“希望”や“期待”が介在すれば、瞬間確信度関数は、改善傾向に対する予測と悪化傾向に対する予測とで異なった傾向を示す可能性があることが示された。また瞬間確信度関数の関数形につ

いては、概ね指数関数が相対的に高い説明力を有するものの、地点評価と区間評価の差  $v = V_{spot}^t - \bar{V}_n$ に対する瞬間確信度の感度は当初の仮定よりも緩やかなものであることが明らかとなった。

今回の予備実験で得られた知見は、個人間の瞬間確信度関数の相違が生じる要因に関する基礎的な情報を提供しており、今後の瞬間確信度関数の同定に向けた研究において、重要な示唆を与えるものである。

ただし、本研究で得られた知見は非常に限られたサンプルを対象とした予備実験でのものであることに注意を要する。また、これまでに情報が蓄積されていない中で調査であったため、いくつかの課題も明らかとなった。

まず、今回はビデオクリップを用いた室内実験を行ったが、ビデオクリップの中にはこちらの予想に反して、被験者間の評価値で少なからぬ乖離の生じたものが存在した。これは、5秒間のビデオクリップでは、速度感が十分に伝わらず、距離状態のみしか伝わらなかったためだと考えられる。室内実験に際しては、速度感をいかにして持たせるかが重要である。

次に、区間評価に際しては、区間距離の設定が影響を与える可能性がある。瞬間確信度を評定する際、想定する区間が長くなればなるほど、様々な運転環境の生起を想定してしまうので、想定する評価区間の長さによって評価が異なるとの意見が被験者からあった。運転環境に対する“希望”や“期待”が介在するのならば、評価区間の設定が長くなればなるほど、その影響は強くなるものと考えられる。

今回の予備実験で得られた知見をもとに、今後は本格的な実験を実施する予定であり、その結果については別の機会に改めて報告したい。

## 参考文献

- 1) (社)日本道路協会：道路の交通容量，pp.14-18，1984.
- 2) Transportation Research Board: Highway Capacity Manual, National Research Council, Washington D.C., 2000.
- 3) 喜多秀行，河内朗：走行サービスの質に対する順序効果の影響を考慮したドライバーの認識・評価構造の実証分析，土木計画学研究論文集，vol.25/No.2, pp.515-523, 2008.
- 4) Kita, H. and Kouchi, A.: A utility-based evaluation method on the perceived quality of traffic service, Proc. of 6th Int. Symp. on Highway Capacity and Quality of Service, pp.820-831, 2011.
- 5) 喜多秀行，本田健祐，河内朗，四辻裕文：運転環境の質に対するドライバーの認識・評価の集積構造モデル，第31回交通工学研究発表会，2011.
- 6) 喜多秀行，前田信幸：道路交通における走行サービスの質とその計測：効用アプローチに基づく方法，土木学会論文集，No.722/IV-65, pp.3-10, 2004.
- 7) Kita, H. and Kouchi, A.: Quantifying Perceived Quality of Traffic Service and Its Aggregation Structure, Transportation Research Part C: Emerging Technologies, Volume19, Issue 2, pp. 296-306, 2011.

- 8) Morrall, J.F. and Werner, A.: Measuring Level of Service of Two-Lane Highways by Overtakings, Transportation Research Record, No1287, pp.62-69, 1990.
- 9) De Arzoza, R.E. and McLeod, D.S. :Methodology to Assess Level of Service on US-1 in the Florida Keys, Transportation Research Record, No.1398, pp.1-6, 1993.
- 10) Flannery, A. and Jovanis, P.: Driver's Perception to the Quality-of-Service of Road Traffic, Proc. of the TRB Conference on Advanced Highway Capacity Modeling Technique and Quality of Service, Truckee, CA, 2001.
- 11) Hall, F. L., Wakefield, S., and Al-Kaisy, A.: Freeway Quality of Service: What really matters to drivers and passengers?, Transportation Research Record, No.1776, pp. 17-23, 2001.
- 12) Washburn, S. S., Ramackhan, K., and McLeod, D. S.: Quality-of-Service Perceptions by Rural Freeway Travelers, Transportation Research Record, No.1883, pp. 132-139, 2004.
- 13) Hostovsky, C., Wakefield, S., and Hall, F. L.: Freeway Users' Perceptions of Quality of Service, Transportation Research Record, No.1883, pp. 150-157, 2004.
- 14) Choocharukul, K., Sinha, K. C., and Mannering, F. L.: User perceptions and engineering definitions of highway level of service: an exploratory statistical comparison, Transportation Research Part A: Policy and Practice, Volume 38, Issues 9-10, pp. 677-689, 2004.
- 15) Hogarth, R.M. and H.J. Eihhom: Order Effects in Belief Updating : The Belief-Adjustment Model, Cognitive Psychology, Vol.24, No.1, pp.1-55, 1992.
- 16) 小田哲久, 林文俊 : FCR 法の心理測定への応用について : 新しい定義と実践手続きの提案, 日本経営工学会論文誌, vol.52, No.6, pp.396-406, 2002.

(201? . ? ? 受付)