

# 予定経路を走行するドライバーのための 案内標識システムの評価

米森 一貴<sup>1</sup>・外井 哲志<sup>2</sup>・大塚 康司<sup>3</sup>

<sup>1</sup>非会員 九州大学大学院 統合新領域学府オートモーティブサイエンス専攻  
(〒819-0385 福岡県福岡市西区元岡744)

E-mail:yonemori@doc.kyushu-u.ac.jp

<sup>2</sup>正会員 九州大学大学院准教授 工学研究院環境都市部門 (〒819-0385 福岡県福岡市西区元岡744)

E-mail:toi@doc.kyushu-u.ac.jp

<sup>3</sup>正会員 株式会社建設技術研究所九州支社 (〒810-0041 福岡県福岡市中央区大名2-4-12CTI福岡ビル)

E-mail:k-ootsuka@cite.co.jp

道路案内標識の体系に関する既存研究は少なくないが、道路案内標識の案内効果に関する研究は少なく、主観による評価や、実走行が必要な評価が多いのが現状である。また人手を介さず評価していても予定経路を考慮した研究はほとんどない。しかし、「道路標識設置基準・同解説」によると、道路案内標識は事前に地図等で調べ予定経路を設定した上で利用することを前提として作られている。本研究では、こうした状況を踏まえ、予定経路を設定した上での案内標識システムの評価を行う。このため、本研究では予定経路の情報やドライバー運転者の記憶などに基づいた案内情報の曖昧さに関する評価式を定式化した。これにより、利用する情報に応じて、案内標識が最低限満たすべき要件の評価やドライバー特性を考慮したより現実に近い様々な状況の評価が行える。

**Key Words :** road sign, route guidance, system evaluation, traffic information, traffic management

## 1. はじめに

近年急速に進歩している情報・通信技術を用いて道路交通を情報化、知能化し、これをさまざまな道路交通問題の解決に応用しようというITSが発展しつつある。現在注目を浴びているこれらの研究・開発は、自動車メーカー、電気機器メーカーなどによる商品開発者側の視点から行われているものが多く、交通管理者、道路管理者側の視点からの研究はあまり脚光を浴びていない。

また、従来の交通情報提供施設として道路案内標識は、「道路標識設置基準・同解説」<sup>1)</sup>(以下、設置基準と称する)に基づいて設置されているが、根拠とする経路誘導理論は完全なものではない。したがって、各種のITSの導入による社会的な効果を把握し、その評価を行うためにも、今後こうした交通管理者、道路管理者側の視点からの研究を推進することが必要である。

道路案内標識の体系に関する既存研究は少なくないが、道路案内標識の経路誘導の評価に関する研究は少ない。それらの中には次のようなものがある。

日野ら<sup>2)</sup>は、案内標識システムをアンケート調査による主観評価により有効度を定義し評価を行った。島崎ら<sup>3)</sup>は、4段階推定法の配分交通量の推計で時間比配分法を用い、道路案内標識の経路誘導効果を検討した。若林ら<sup>4)5)6)</sup>は、サクセスツリー法を用い現実道路網の評価を実際に走行することでドライバーの理解度を考慮して評価を行った。香取ら<sup>7)</sup>は、案内標識が誘導する経路を仮定し、現実道路網を走行させたときその仮定した経路と実際に走行した経路を比較することで標識ネットワークの評価を行った。以上のように、主観のみの評価や、評価のために実際に走行をする必要がある研究が多いのが現状である。

また香取ら<sup>8)</sup>は他にも、案内標識に記載されている地名に到達可能かという評価方法で、標識ネットワークを客観的に評価しているが、この研究では予定経路を考慮していない。設置基準には、「道路利用者は未知の場所に旅行する場合には、道路地図などであらかじめ経路の選択をし、その経路を標識で確認しながら旅行することが妥当であると思われる。」とあるが、予定経路を設定した上での案内ネットワーク評価の研究

は少ないのが現状である。本研究では、こうした状況を踏まえ、予定経路を設定した上での案内標識システムの評価を行うものである。

本研究の目的は、①予定経路を設定したドライバーの行動モデルを構築し、ドライバーの案内システムの利用の仕方を明らかにすること、②予定経路を設定したドライバーに対する案内標識システムの経路誘導効果の評価モデルを構築し、案内効果を定量的に表現することの2点とする。

## 2. ドライバーの行動モデル

### (1) 用語の定義

#### a) 分岐点

予定経路の中で、右左折や路線番号を変えるなどの行動を起こす予定の交差点を『分岐点』とする。

#### b) 通過点

予定経路の中の交差点のうち、分岐点でない交差点を『通過点』とする。

#### c) 交差点判断

ドライバーが交差点に差し掛かった時に、その交差点が分岐点もしくは通過点であるかの判断を行うことを『交差点判断』とする。

#### d) 分岐点同定

交差点判断を行い、ドライバーがその交差点を分岐点と判断を行うことを『分岐点同定』とする。この分岐点同定は、ドライバーの判断によるので、その交差点が分岐点かどうかは確かではない。

#### e) アクション

ドライバーの行動の基本構造は、「分岐点同定を行い、分岐点で進行方向の判断を行う」ことの繰り返しになっている<sup>9)</sup>。本研究では、この繰り返す行動の一単位を『アクション』とする。

#### f) 判断開始条件

ドライバーは交差点判断をすべて同じ労力を費やして行っているわけではなく、ある条件を満たすまでは交差点判断を行わず、道なりに走行していると思われる。その交差点判断の開始を決める条件を『判断開始条件』とする。

#### g) 道なり

『道なり』とは、交差点の中で、進入道路に対して一番角度の小さい道路、あるいは、分岐路線の中で路線番号が現在走行している路線番号と同じ道路とする。

#### h) 進路変更

『進路変更』は道なり(進入路線と一番角度のない道路、もしくは現在走行中の路線)でない道路へ進む、あるいは、T字路・Y字路での行動とする。

### (2) 同定状態の分類

ドライバーは、事前に設定した予定経路を元に「分岐点」か「通過点」の判断を行いながら走行していると考える。そのドライバーの同定した結果によって以下に示す2つの状況へ分類を行う。

#### a) 分岐点同定状態

予定経路の情報をを用い、分岐点同定を行った状態を『分岐点同定状態』とする。この時、ドライバーは分岐点に適した行動として「進路変更」を行う。

#### b) 通過点同定状態

予定経路の情報をを用い、通過点同定を行った状態を『通過点同定状態』とする。この時、ドライバーは通過点に適した行動として「道なりに走行」する。

### (3) 前提条件

設置基準にも明記されているように道路案内標識のみで完全な案内を行うことは不可能であり、一定の限界があるものと考えられる。そこで本研究では、前提条件を設け対象とするドライバーを限定することにする。

#### a) 対象とする場面

本研究では、「未知の場所を旅行しているドライバー」を研究の対象とする。

#### b) 予定経路の設定

設置基準によると、案内標識は「道路利用者は未知の場所に旅行する場合には、予定経路を設定すること」を前提に作られているので、ドライバーは予定経路を設定していることとする。

#### c) 予定経路の遵守

ドライバーは予定経路を設定するが、その設定した予定経路を基に案内システムの評価を行っていくので、評価の基準となる予定経路は変更しないこととする。

### (4) ドライバーの行動モデル

外井ら<sup>9)</sup>は、ドライバーの行動の基本構造が「分岐点同定を行い、分岐点で進路変更を行う」ことの繰り返しになっている事を明らかにしている。本研究ではその繰り返す一単位を「アクション」と名付けた。ドライバーの行動モデルの全体の流れを図-1に示す。

本研究ではアクションを3つの行動に分けて考える。それはA.「判断開始条件を満たすまで道なりに走行」、B.「交差点判断」、C.「進路変更」である。

ここでA.「判断開始条件を満たすまで道なりに走行」という行動を導入したが、これはドライバーは交差点判断をすべて同じ労力を費やして行っているわけではなく、ある条件を満たすまでは交差点判断を行わず、道なりに走行していることを想定している。例えば、分岐点までの距離が十分残っている場合は交差点判断

を行わないと考えるのである。アクションの構成を図-2に示す。

つまり、図-1を基にドライバーの行動モデルの全体の流れをまとめると、

- ①ドライバーは、まず出発前に予定経路として、各アクションの分岐点情報と進路変更情報を設定する。
  - ②出発地から目的地に向かって走行を始める。
  - ③次の分岐点までアクションを行う。
  - ④目的地かどうかの判定を行い目的地でなければ、次のアクションを行う(③へ戻る)。
  - ⑤目的地に到着する。
- という流れになっている。

次に図-2を基にアクションについては、

- A) 判断開始条件を満たすまで道なりに走行する。
- B) 交差点判断を行い、まず、ドライバーの同定状態を「分岐点同定状態」、「通過点同定状態」の2つの状態のいずれかに分類する。

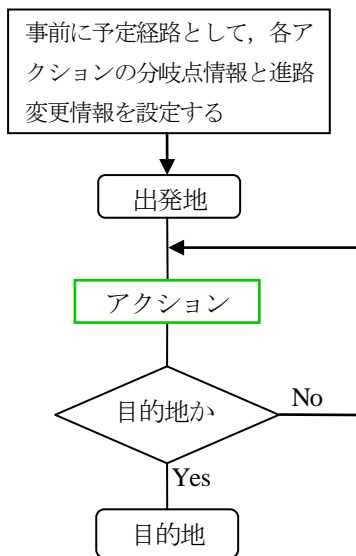


図-1 ドライバーモデルの概略図

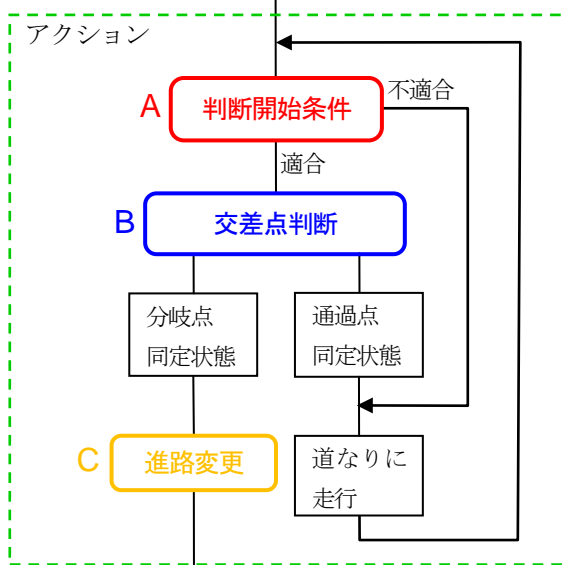


図-2 アクションの構成

C) 進路選択の情報を使い、進路変更を行う。という3つの行動がある。

まずAの判断開始条件が満たされないと、BとCは行われず、道なりに走行し次の交差点へ移る。Aの同定開始条件が満たされると、Bの行動に移る。

Bの行動に移ると、交差点判断が行われ最終的に「分岐点同定状態」と「通過点同定状態」の2つの状態へと分類される。分岐点同定状態の時は、Cの行動に移り、通過点同定状態の時は、道なりに走行し次の交差点へと移る。

Cに移ると進路変更を行い、1つのアクションを終了とする。

### 3. 曖昧さの表現

#### (1) 曖昧さの意味づけ

予定経路を設定して走るときの案内標識による案内システムの「曖昧さ」を定式化する。まず、 $O_m$ をノード(交差点)mでの選択肢の数としたとき、ノードmの曖昧さ $A_m$ を、

$$A_m = \log_3 O_m \quad (1)$$

と定義する。ここで底を3としているのは、十字路を基準とすると選択肢数 $O_m$ が3となり、このとき曖昧さが1となるためである。つまり、曖昧さがxのときは何も情報がないときの十字路x個分の「曖昧さ」を示している。この定義は、二つの考え方により決定している。第一は情報理論の情報エントロピーで、第二は精神(心理)物理学のヴェーバー・フェヒナーの法則である。

情報理論の情報エントロピーの定義<sup>10)</sup>は、

$$H(p_1, p_2, \dots, p_n) = - \sum_{n \in N_m} p_i \log_3 p_i \quad (2)$$

であり、n個の事象がそれぞれ確率 $p_1, p_2, \dots, p_n$ で発生するとき、どれが発生したかの不確定度を示している。この式(2)を $O_m$ で表現すると、

$$H(p_1, p_2, \dots, p_n) = - \sum_{n \in N_m} \frac{1}{O_m} \log_3 \frac{1}{O_m} = \log_3 O_m \quad (3)$$

ここで、nはノードmに接続している隣接ノード(侵入してきた方向のノードは含めない)とし、 $N_m$ はノードmに接続している隣接ノードnの集合とする。式(3)により、選択肢の数 $O_m$ を用い情報エントロピーが表現できる。

精神物理学のヴェーバー・フェヒナーの法則<sup>11)</sup>とは、心理的な感覚量Rは物理的な刺激の量Sの対数に比例し、

$$R = k \log_{10} S \quad (4)$$

という関係があるというものである。ここで、kは感覚定数である。この式(4)の刺激量Sを選択肢の数 $O_m$ とす

ると

$$R = \log_3 O_m (\because k = \log_3 10) \quad (5)$$

となり、式(1)と式(5)が同形となる。以上の二つの考え方(式(3), 式(5))から、曖昧さ $A_m$ は「不確定度」と「刺激量(選択肢の数 $O_m$ )に対する心理的な感覚量」を表現できるといえる。

## (2) 曖昧さの拡張

前節の3(1)で交差点の曖昧さを $\log_3 O_m$ としたが正解率という概念を導入し、曖昧さの指標を選択肢数 $O_m$ から正解率 $p$ に拡張して、曖昧さを定義すると

$$\log_3 O_m = \log_3 \frac{1}{p} \quad (6)$$

となる。ここで正解率とは、予定経路通りの行動を正解とした時の「行動全体に対する正解数の割合」のことである。正解率 $p$ を用いれば、選択肢として考えにくいA.「判断開始条件を満たすまで道なりに走行」とB.「交差点判断」についての曖昧さが適応可能となる。

以下に、A.「判断開始条件を満たすまで道なりに走行」、B.「交差点判断」、C.「進路変更」それぞれの行動モデルを示すが、その行動モデルに従うドライバーの正解率により曖昧さを計算する。

## (3) 対象とする情報の検討

モデル化の対象とする情報を検討するために、第4章で後述する有北<sup>12)</sup>が行った実験のデータを使用する。この実験は、50人の被験者にドライビングシミュレータ(以下、DSと称する)を走行する前に地図を渡し予定経路を立てさせ、その予定経路を基にDS上を走行させる実験である。

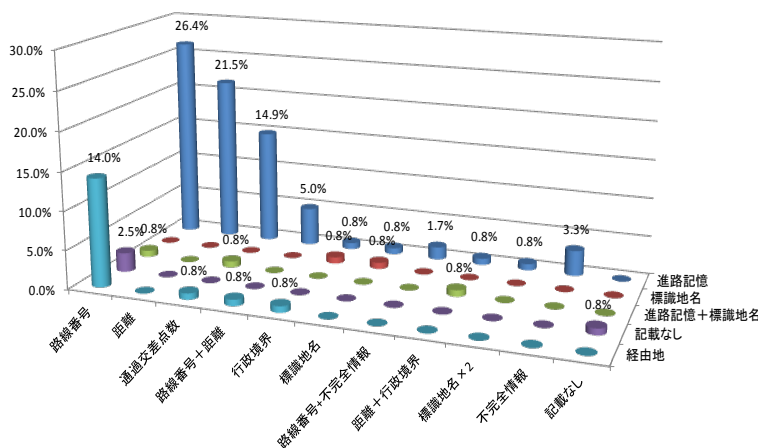


図-3 分岐点同定と進路変更で使用した情報

この実験における被験者の予定経路をアクションに分割し、分岐点同定と進路変更のそれぞれの判断に使用する情報をまとめたものが図-3である。横軸が分岐点同定に使用した情報で、縦軸(手前から奥の方向の軸)が進路変更に使用した情報である。図-3を見ると、分岐点同定に使用した情報の種類は、交差路線番号、距離、通過交差点数、行政境界、標識地名の5つの情報であることが分かる。また、図-4に示すように、分岐点同定で、路線番号、距離、通過交差点数を単独で使う行動が多く、その合計が全体の81.8%見られ、特に路線番号は、全体の43.8%を占め利用頻度が高いことが分かる。

次の進路変更で使用した情報は、進路記憶と標識地名の2つの情報で、図-5に示すように、特に進路記憶は全体の91.1%とほとんどのドライバーが進路記憶に頼っている事が分かる。

以上の分析結果から、分岐点同定に関する情報として評価対象とする情報の種類は、交差路線番号、距離、通過交差点数、行政境界、標識地名の5つとし、進路変更に関する情報として評価対象とする情報は、進路記憶、標識地名の2つとする。

## (4) A. 「判断開始条件」の行動モデル

A.「判断開始条件を満たすまで道なりに走行」というドライバーモデルを仮定しているが、交差点判断を開始するタイミングには、個人差があると考えられる。そこで、対象とする交差点において、ドライバー全体の中で交差点同定を行っている人の割合( $\alpha$ )がどれだけのいるかを考えることにする。

交差点判断を開始するタイミングの条件になり得る

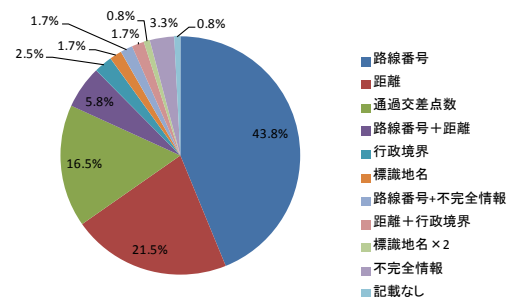


図-4 分岐点同定で使用した情報の割合

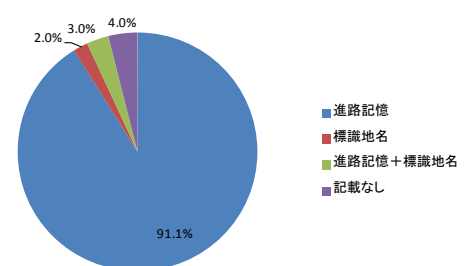


図-5 進路変更で使用した情報の割合

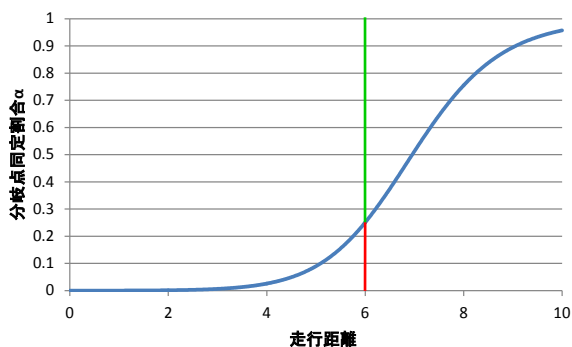


図-6 分岐点同定割合と走行距離との関係(目標距離=10km)  
(外井ら<sup>9)</sup>の研究の理論により計算)

ものは、種々あると思われるが、「時間・距離感覚」が主たる開始条件になり得ると考えられる。既存研究として、外井ら<sup>9)</sup>の研究で「ドライバーに曖昧な距離情報を与えた時のドライバーの分岐点同定割合と目標距離との関係」を明らかにしている。この研究では、曖昧な距離情報を与えるとドライバーは行き過ぎたくないという心理状態が働き、目標距離よりも早く曲がってしまうドライバーが多いという結果を導いている。この理論による計算例を図-6に示している。このグラフは「分岐したドライバーの割合の累積分布関数」である。例えば、6kmの地点を見ると、グラフの値は0.25である。すなわち、6km地点までに分岐してしまった人の割合(グラフ中の赤線)が0.25であり、まだ分岐していない人の割合(グラフ中の緑線)が0.75であることを意味している。

本研究では外井らの研究で明らかにした「ドライバーの分岐点同定割合と目標距離との関係」を、「ドライバーが交差点判断を開始した割合( $\alpha$ )と目標距離との関係」と読み替えることとし、モデルに適用する。

### (5) B. 「交差点判断」の行動モデル

交差点判断で使用する情報の種類で取り上げた5つの情報それぞれについて以下に考察する。

#### a) 交差路線番号

交差路線番号の情報を使って交差点同定を行うと、「目標とする路線番号が出ている」か「目標とする路線番号が出ていない」かの2種類に分類できる。その「目標とする路線番号が出ている」ときに「分岐点同定」を行い、「目標とする路線番号が出ていない」ときに「通過点同定」を行うとする。図-7の例では、下から走ってきたドライバーが「1号線で曲がる」と予定経路を立てているとする。このとき、1号線の表示があれば「分岐点同定」ができ、違う路線番号(この例では2号線)が表示されいるか、路線番号の表示がなければ「通過点」と同定できる。これは、ドライバーが分岐

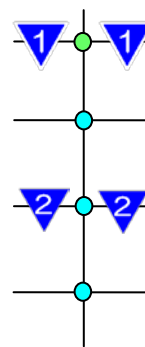


図-7 交差点の路線番号の例

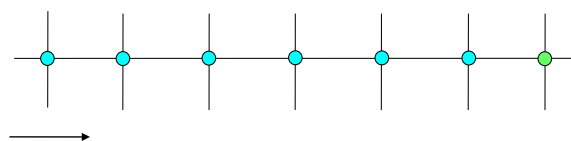
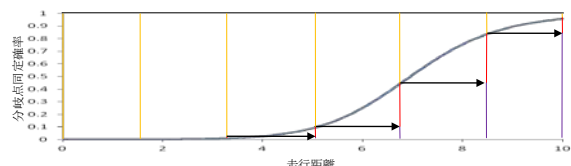


図-8 距離による分岐点同定割合

点の交差路線番号をしっかりと確認することができれば、全ての交差点を通過点と分岐点に分けられることを意味している。

#### b) 距離

距離で交差点判断を行うときの曖昧さを見ていく。ここでも、外井ら<sup>9)</sup>の研究で明らかにしている「分岐したドライバーの割合の累積分布関数」を利用する。この距離による交差点判断では、この累積分布関数の利用の仕方を変えている。図-8に示す図は、黄色の線が「その交差点で通過点同定をした人の割合」を示し、赤の線が「その交差点で分岐点同定をした人の割合」を示し、紫の線は「その交差点より前に分岐してしまった人の割合」を示している。これは、この関数が分岐するドライバー割合の累積分布関数であるので、その交差点での累積値から一つ前の交差点の累積値を引いたもの(グラフ中の赤の線)がその交差点で分岐したドライバーを表わすことになるからである。また、ひとつ前の交差点での累積値に相当するドライバーはその一つ前の交差点まで分岐してしまっているため、当該交差点を通るドライバーは一つ前の交差点での累積値を除いたもの(グラフ中の黄色と赤の線を足したもの)となる。

#### c) 通過交差点数

通過交差点数で交差点判断を行うときの曖昧さを見ていく。ここでも、「分岐したドライバーの割合の累積分布関数」を利用する。基本的にはb) 距離と同じ処



理をするが、b) 距離では確率変数を「アクションのはじめからその交差点までの距離」としたが、今回の通過交差点数では「アクション全体の距離を通過交差点数で等分に分け、その換算距離」を確率変数としている。あとの処理は、b) 距離と同じである。

#### d) 行政境界

d) 行政境界は、広がりをもった面の情報であるので、その情報から一意には交差点を同定することはできない。d) 行政境界を用いる場合は目標とする行政境界に来ると分岐点同定をしようとするものの、面の情報であるので一意には同定できず、道なりに進むドライバーも出てくる。そこで、ここでも「分岐したドライバーの割合の累積分布関数」を利用する。図-9を見ると、目標とする行政境界(B地区→A地区)の交差点までは全てのドライバーは道なりに「通過点同定(グラフ中の黄色の線)」を行い、目標とする行政境界が来るとそれまでの累積値の全てがその交差点で「分岐点同定(赤の線)」を行うと考える。その後の処理は、b) 距離の処理と同じである。

#### e) 標識地名

標識地名で交差点判断を行う時の曖昧さを見ていく。基本的にはd) 行政境界と同じ処理をするが、目標とする標識地名(図-9の例ではAという地名)が出るまでは、全てのドライバーは道なりに走行し、目標とする標識地名が出たらそれまでの累積値の全てがその交差点で「分岐点同定(赤の線)」を行うと考える。その後の処理は、b) 距離の処理と同じである。

### (6) C. 「進路変更」の行動モデル

a) 進路記憶, b) 標識地名それぞれで曖昧さを検討する。

#### a) 進路記憶

ここでいう進路記憶とは、進路変更の記憶を現地の情報を何も使わずに「右折」「左折」などと予め記憶していくこととする。

今回分析を行った実験のデータでは、C. 「進路変更」の90.4%が進路記憶を使用しており、ほとんどのドライバーが「分岐点同定状態」のときに初めて方向を決定するのではなく、予め進路変更の方向は決定して走行していることが分かる。

また、C. 「進路変更」の行動は73回行われ、その内66回がこの「進路記憶」であった。その66回の内、65回が正解で1回が間違いであり、正答率は98.5%となった。このことから、本研究では「進路記憶」を使い間違える行動は極めて稀なケースであると考え、「進路記憶」を使ったドライバーの進路選択は「正解」となることとする。

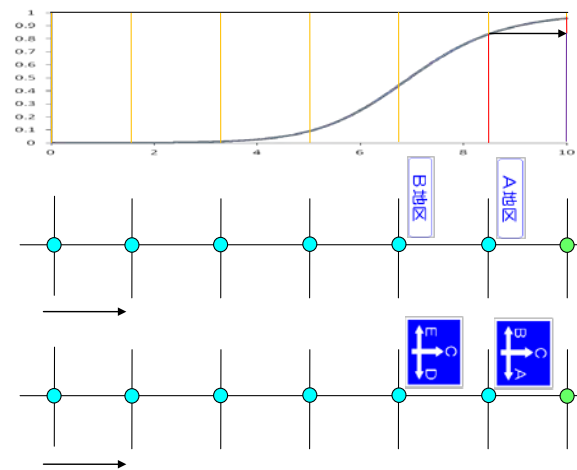


図-9 行政境界と標識地名による分岐点同定割合

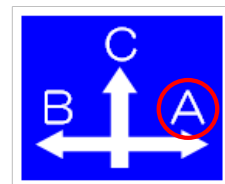


図-10 目的の地名があるとき



図-11 目的の地名がないとき

#### b) 標識地名

次に「標識地名」を使う場合のC. 「進路変更」の曖昧さを見ていく。

標識地名を進路変更を使う場合は、分岐点同定した交差点の標識に目的地の地名が出ていれば、行動は一意に定まり、必ず正解になる(図-10では目的地の地名はA)。

しかし、分岐点同定をした交差点の標識に目的地の地名が出ていなければ、行動は一意には決めることができない(図-11では目的地の地名のAが出ていない)。もし、標識に目的地の地名が出ていない場合にも、もうすでに分岐点同定は行っているので、「道なりに走行」は行わず、必ず「進路変更」を行う。つまり、十字路であれば3分岐の路線の内「道なり」の路線を除いた2つの路線が候補に挙がることになる。ドライバーはその2つの路線に関する情報を持っていないので、この場合は、その2つの路線を同等に扱い同確率でその路線に進路変更すると考えることにする。

## 4. 実験データによる評価モデルの検証

### (1) 検証に用いるデータ

第3章で構築した案内システムの評価モデルを検証するために先述の実験データを用いる。以下は、この実験の概要を述べるが、詳細は外井ら<sup>13)</sup>の論文を参照されたい。

実験で用いたDSのプログラムはbasicで作成されたお

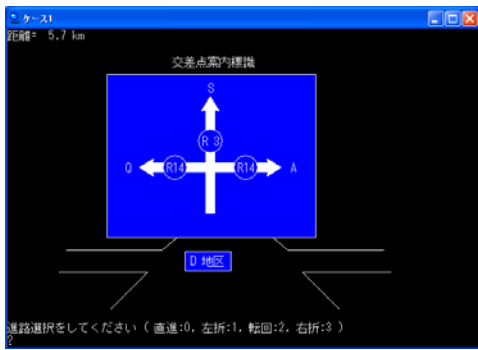


図-12 DS 実験画面

り、運転者の進行方向を入力する機能、そのときの進路の正しさに関する意識を入力する機能、単路上で地図を見るかどうかを入力する機能、交差点形状や道路案内標識などを画面に入力できる機能を持たせている。

実験の流れは、①地図の配布、②予定経路およびその際に利用した情報の記入、③DSを出発地から目的地まで走行、④終了後のアンケートの記入となる。DSの実験画面を図-12に示す。

被験者の調査票記入による調査項目は、①個人属性、②予定経路(地図に記入)とその走行方針、③走行中に利用した情報等である。一方、DSで走行中に記録される項目は、④走行軌跡(リンク・ノード番号)、⑤進路選択の正しさに関する意識(画面で入力、軌跡上のリンク情報として記録)、⑥地図を見た場所(前出⑤と同様の記録)である。

この実験は、九州大学の学生37名と(株)建設技術研究所の社員13名、合計50人を対象とし、平成17年12月から平成18年2月にかけて実施されている。被験者の個人属性は、男性80%、女性20%であり、約90%が20代、約70%が学生で、被験者全員が免許を所有している。

## (2) 分析の方法

本研究では、二つの指標を用い解析を行う。第一の指標は第3章で定義を行った「曖昧さ」、第二の指標は「DS実験でドライバーの行動が予定経路通りに行われたか」とする。第二の指標のドライバーの行動の内、予定経路通りに走行したものを「正解」、予定経路と違う行動をしたものを「不正解」とする。

この二つの指標は評価対象が異なる。第一の指標の「曖昧さ」は予定経路を設定することにより決定される「交差点ごとの指標」であり、第二の指標の「正解」と「不正解」はDSでの「ドライバーの行動の指標」である。

第3章で示したように、曖昧さは正解率により定義されているので、曖昧さごとに正解率の理論値が存在する。

また、ドライバーは予定経路から外れるまでは、予定経路により曖昧さが計算された交差点を走行するの

で、ドライバーの「正解」と「不正解」は曖昧さごとに分類することができる。その分類された「正解」と「不正解」を用いDSの走行結果の正解率を計算することができる。

そこで、第3章で定義した曖昧さの妥当性を検証するために、この2つの指標より求めたそれぞれの正解率(不正解率)を比較・分析することとする。

## (3) 分析結果

### a) 曖昧さに対する交差点全体の分布

実験のデータは、被験者数が50人であり、その被験者の有効データ数は45人であった。

全ての交差点での曖昧さと正誤の関係を見ると、正解が432個に対して不正解が25個で圧倒的に正解数が多いことが分かる。その正解と間違いを曖昧さごとに分類した結果が図-13である。今回の実験データは、全体での正解率は94.5%である。曖昧さの定義により今回の実験データの曖昧さの理論値を求めると、

$$\log_3 \frac{1}{0.945} = 0.0117$$

となる。図-13を見ると全体の分布は曖昧さが0.0~0.1の範囲で非常に高くなっており、今回のデータをうまく表現できていることが分かる。

### b) 曖昧さに対する正解・不正解の分布状態

次に、正解数と不正解数をそれぞれ図-14と図-15に示す。

定義より「曖昧さは正解率の逆数の対数に比例する」ので、正解の行動を行う交差点は曖昧さが低いことが妥当であり、不正解の行動を行う交差点は曖昧さが高くなければならない。

図-14を見ると、顕著に曖昧さが低い交差点に正解数が分布しており、明らかな減少傾向が読み取れる。これにより、ドライバーの正解の行動を曖昧さで上手く表現できていることが分かる。

また図-15を見ると、間違い数の分布割合の一番多い範囲が一番曖昧さの高い範囲となっており、緩やかではあるが増加傾向が読み取れる。

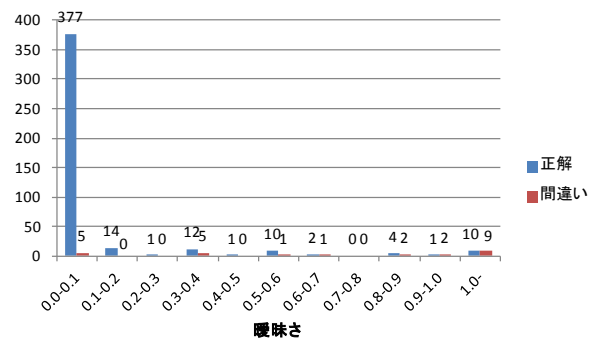


図-13 曖昧さと正誤の関係(実数)

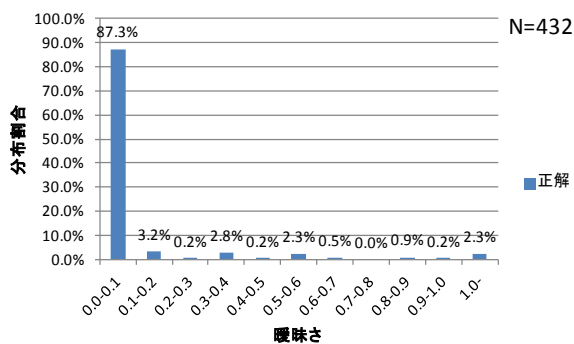


図-14 曖昧さと正解の関係(分布割合)

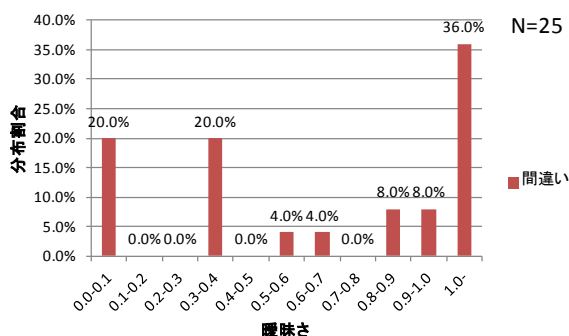


図-15 曖昧さと不正解の関係(分布割合)

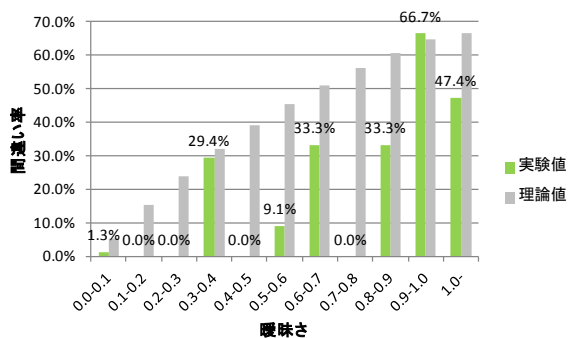


図-16 曖昧さと不正解の関係(分布割合)

### c) 不正解率による比較

前出の図-15の曖昧さが0.0~0.1の範囲の間違い数は20.0%と比較的高くなっている。これは、図-13から分かるように曖昧さが0.0~0.1の範囲に交差点の総数が集中しており、交差点数に偏りがあるため、交差点の持つ曖昧さの推定精度を見るためには正解率や不正解率で見るべきである。そこで、図-16により、曖昧さの定義(式(6))から導き出される「理論値の不正解率」と「実験結果の不正解率」の比較を行う。灰色の棒グラフが理論値で、緑色の棒グラフが実験値を示している。図-16を見ると、概ね曖昧さによって交差点の間違いやすさ(不正解率)が表されていることが分かる。この「理論値の不正解率」と「実験結果の不正解率」の相関係数は $R=0.6924$ であった。

## 5. おわりに

本研究では、まずドライバーモデルの作成を行い、予定経路を設定したドライバーの行動を、A.「判断開始条件を満たすまでは道なりに走行」、B.「交差点判断」、C.「進路変更」の3つの行動に分類して考えた。そして、その3つの行動が繋がって一つのアクションとして機能し、そのアクションを繰り返すことで出発地から目的地まで走行しているというドライバーモデルを構築した。

そして、新たな評価指標として「曖昧さ」を導入し、情報エントロピーとヴェーバー・フェヒナーの法則により定義を行うことで、曖昧さに「不確定度」と「刺激量(選択枝数  $O_m$ )に対する心理的な感覚度」という意味を持たせた。

さらに、ドライバーモデルの中のA.「判断開始条件を満たすまでは道なりに走行」とB.「交差点判断」の行動の結果を曖昧さとして定義するため、曖昧さの定義を正解率で拡張した。

曖昧さの計算は、本研究で定義したドライバーモデルに従うときの正解率に基づいて行っている。

また、本研究で定義した曖昧さを、既存のDS実験のデータにより検証を行った。検証の結果により、以下のことが確かめられた

- (1)実験データは正解数432個、不正解数25個と、圧倒的に正解数が多くなっていたが、交差点の分類も曖昧さが0.0~0.1の範囲に交差点が集中しており、実験データと上手く整合していた。
- (2)曖昧さに対する正解数と不正解数それぞれの分布状態を調べたところ、ドライバーの正解の行動を曖昧さを使い上手く表現できており、ドライバーの不正解の行動に対しても曖昧さを使い表現できていた。
- (3)「理論値の間違い率」と「実験の間違い率」の相関性を調べたところ、曖昧さによって概ね交差点の間違いやすさが表されていることが分かった。この相関係数は $R=0.6924$ であった。

以上の検証の結果から、曖昧さは「ドライバーの間違いやすさの評価指標」として意味のあるものであるといえる。

この曖昧さの検証は室内実験の結果を用いて行っているため、実際の道路での状況を表現できているかは定かではないが、一般的傾向として曖昧さの妥当性を示すことができたと考えられる。今後は使用する予定経路の情報ごとのドライバー行動を解析する実験を行うことにより、さらに精度の高い曖昧さを求めるためのドライバーモデルを構築していくことが必要であろう。



## 参考文献

- 1) 社団法人日本道路協会編：道路標識設置基準・同解説，pp.7-11, 1987.
- 2) 日野 泰雄, 西村 昂, 玉置 隆一：経路案内標識システムの評価方法に関する一考察,土木学会第 35 回年次学術講演会 IV-161
- 3) 島崎 敏一, 桑原 雅夫, 赤松 隆：道路案内標識の経路誘導効果, 土木計画学研究・講演集 10, pp.523-530
- 4) 若林 拓史, 奥田 直輝, 末吉 順司：道路案内標識の経路誘導効果の評価法, 第 32 回土木学会関西支部年次学術講演会講演概要集 IV-3-1-IV-3-2
- 5) 若林 拓史：道路案内標識の経路誘導効果評価法：サクセスツリー法の一般道路網への適用, 土木計画学研究発表会講演集 14-1, pp.345-352
- 6) 若林 拓史, 津川 明春：サクセスツリー法を用いた道路案内標識の経路誘導効果の 2 時点比較, 土木学会第 55 回年次学術講演会 IV-351
- 7) 香取 照臣, 泉 隆, 高橋 寛：道路案内標識ネットワークの評価と迷走交差点の検出, 電学論, Vol.115-D, No.2, pp.157-164(1995-2)
- 8) 香取 照臣, 泉 隆, 高橋 寛：道路案内標識ネットワークの客観的評価と改善, 電学論, Vol.116-D, No.1, pp.76-87(1996-1)
- 9) 外井哲志, 辰巳浩, 野村哲郎, 梶田佳孝：分岐点における運転者の進路選択確率に関する研究, 土木学会論文集 Vol.758/IV-63, 137-142, 2004.4
- 10) 藤田 広一：基礎情報理論, pp.20-23, 1969.
- 11) G. A. Gescheider (宮岡 徹, 倉片 賢治, 金子 利佳, 芝崎 朱美訳)：心理物理学 上巻, pp.7-11, 2002.
- 12) 有北和哉：道路案内標識に基づく案内体系の誘導効果に関する研究, 九州大学卒業論文, 2006
- 13) 外井哲志, 大塚康司, 有北和也：交差点名を用いた道路案内標識の案内効果に関する実験的研究, 土木学会論文集 D Vol.63 No.4, pp.454-463, 2007.12

(??受付)

## EVALUATION OF GUIDANCE INFORMATION SYSTEM FOR THE DRIVERS WHO RUNS THE SCHEDULED ROUTES

Kazutaka YONEMORI, • Satoshi TOI and Kouji Ootsuka

Although there are many researches on the road guide signs system, few research on the guidance effect of road signs were conducted. Almost all researches on the guidance effect are based on the driver's subjectivity or the real driving test.  
on of road signs

According to the "Japanese standard of road sign installing", Road sign system are composed on the assumption that the drivers set the scheduled route using the route maps before driving and make use of the road sign.

This research aims to construct the evaluation system of the road sign system for the drivers who want to run their own scheduled routes. Therefore the expressions were proposed on the ambiguity of guidance information based on the scheduled route and driver's memory. These expressions enable us to evaluate the real situation of road guide sign system considering the minimum requirements and the characteristics of drivers in proportion to the information which driver use.