

道路案内標識による案内誘導効果の評価

樋口 裕章¹・外井 哲志²・大塚 康司³

¹学生会員 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 (〒814-0113 福岡市城南区田島1-2-41)

E-mail:higuchi2324@doc.kyushu-u.ac.jp

²正会員 九州大学大学院 工学研究院環境社会部門 (〒819-0395 福岡市西区元岡744)

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

³非会員 株式会社建設技術研究所九州支社 (〒810-0041 福岡市中央区大名2-4-12CTI福岡ビル) .

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

道路案内標識は、『道路案内設置基準』に基づいて設置されており、カーナビなどを含めた案内誘導システムのうち、最も基本的かつ普遍的な道路案内手段である。案内標識の視認性やデザインに関する研究は数多くあるが、案内誘導効果に関する研究は少ない。

本研究では、先行研究で作成したドライバーモデル(ドライバーの案内情報の利用を表現するモデル)を改良した。そして、ドライバーが出発前に設定する予定経路を案内標識に従って走行した場合に、迷うことなく目的地まで走行できる割合を「到達率」と定義し、予定経路の到達率を指標に用いた案内標識による誘導効果の評価を行うモデルを作成した。さらに、仮想の道路網を用いて、迷いが少なく信頼性の高い経路を導き出すことができることを示した。

Key Words : road sign, car navigation, route guidance, evaluation

1. はじめに

道路案内標識は、『道路標識設置基準』¹⁾に基づいて設置されており、カーナビなどを含めた案内誘導システムのうち、最も基本的かつ普遍的な道路案内手段であるが、道路利用者から「わかりにくい」、「利用しにくい」などの声が多く、道路案内体系の不備が指摘されている²⁾。この問題に関して、平成16年から実施された『わかりやすい道路案内標識に関する検討会』³⁾において、①案内標識のシステム・体系性の充実、②案内標識のマネジメントの重要性などの方向性が出されたが、依然として根拠とする経路誘導理論は完全なものではなく、道路案内標識は様々な課題を抱えたままである。

また、近年利用が増えたカーナビとの関係においても、図-1に示すように、ドライバーはカーナビのルート案内を利用しつつも、根本的には案内標識に頼りながら経路を走行している現状がうかがわれる。³⁾

したがって、案内誘導体系における道路案内標識の重要性を再認識するとともに、カーナビとの関係を考慮しつつ、効率的な運用をしていく必要がある。

案内標識の視認性やデザインに関する研究は数多く

あるが、上記のような案内誘導効果に関する研究は少なく、参考文献4)~7)などがあるのみである。

本研究では、こうした問題に対応するための最も基本的な情報として、案内標識のみでの案内誘導効果について考察する。このためまず、ドライバーが出発前に設定する予定経路を案内標識に従って走行した場合に、迷うことなく目的地まで走行できる割合を「到達率」と定義する。そして、予定経路の到達率を指標に用い、米森ら⁹⁾のドライバーモデルに基づいて、案内標識による誘導効果を評価するシステムの開発を試みる。

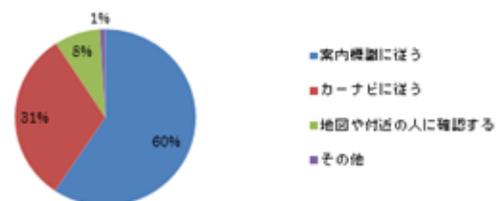


図-1 案内標識とカーナビのルート案内が食い違ったときの利用情報割合³⁾

2. ドライバーモデル

ドライバーモデルは、ドライバーが目的地を決めたあと目的地に到着するまでの、事前の準備を行う「計画モデル」と分岐点の判断を行う「推論モデル」によって構成される。ドライバーモデルの構成図を図-2に示す。

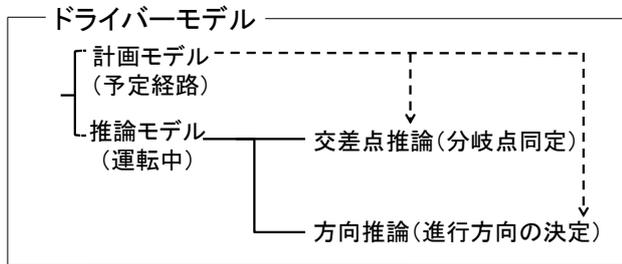


図-2 ドライバーモデルの構成

(1) 計画モデル

「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を選択し、その経路を標識で確認しながら旅行する」ことを前提条件として標識の整備を行うことが妥当であるとされている¹⁾。

本研究では、上記の「あらかじめ選定された経路」を『予定経路』と定義する。予定経路は、分岐点(ノード)とその間を直線的に走行する直線経路(ブランチ)で構成される。目的地に到達するまでの道順(分岐点情報を含む)設定を行う計画モデルを図-3に示す。

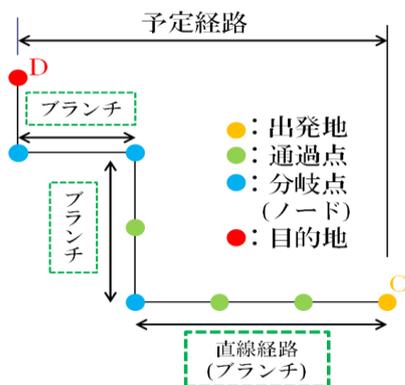


図-3 計画モデル

(2) 推論モデル

外井ら⁷⁾は被験者に予定経路を立てさせ、DS上で走行させる実験をし、そのデータを分析することで、ドライバーの判断の基本構造が「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し一単位の推論を「単位推論」、そのモデルを推論モデルと称する。

推論モデルの全体の流れと単位推論の全体の構成を図-4に示す。

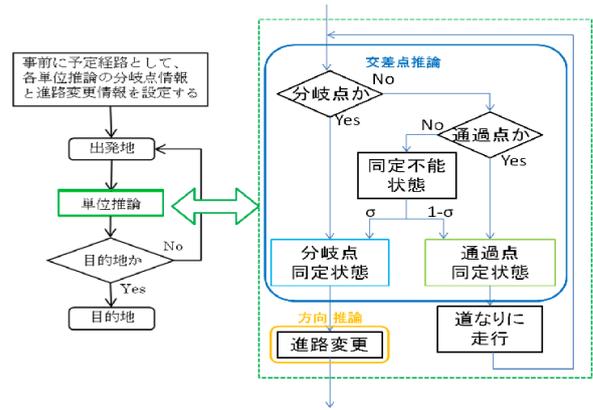


図-4 推論モデルの全体の流れと単位推論の構成

図4の左段にもとづいて、推論モデルの全体の流れを説明する。

1)ドライバーは、まず出発前に予定経路として、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)次の分岐点まで単位推論を行う、4)目的地かどうかの判定を行い、目的地でなければ、次の単位推論を行う(3へ戻る)、5)目的地に到着する、という流れになっている。

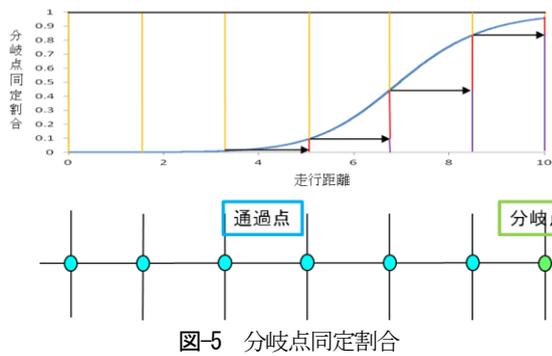
次に図4の右段をもとに単位推論について説明する。

①まず、交差点推論を行い、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」、「同定不能状態」の3つの状態のいずれかに分類する。そして、同定不能状態の場合には、ある割合(σ)で再度「分岐点同定状態」と「通過点同定状態」に分類される。分岐点同定状態のときは、②の行動に移り、通過点同定状態のときは、道なりに走行し次の交差点へと移る。

交差点での判断に用いる案内標識の情報は、交差点路線番号、走行路線番号、方面地名、交差点名の4種類である。いずれかの情報が案内標識に適切に表示されていれば、分岐点同定状態もしくは通過点同定状態となる。

例えば、予定経路のあるブランチを走行中、「国道X号線との交差点を右折する」という設定のとき、次の交差点の案内標識の記載情報が「国道X号線と交差」ならば分岐点であると判断できるので分岐点同定、「県道Y号線と交差」ならば分岐点ではなく通過点であると判断できるので通過点同定、何も有効な情報がなければ分岐点とも通過点とも判断できず同定不能状態となる。

案内標識の情報不足等により、分岐点か通過点か判断できず同定不能状態となる場合は、 σ の確率で分岐点と同定する。この確率 σ については距離による分岐点同定割合⁷⁾を導入する。



これはドライバーの行き過ぎたくないという心理作用を考慮したもので、本来通過点であるはずの交差点を分岐点にしてしまうドライバーの累積分布割合（図-5）である。

②方向推論で進路選択の情報を使い、進路変更を行って単位推論が終了する。

同定不能状態となる原因は、予定経路で正しく分岐点情報を設定していない場合と、実際の交差点でその情報が正しく認識できない場合である。

3. 案内誘導効果の評価

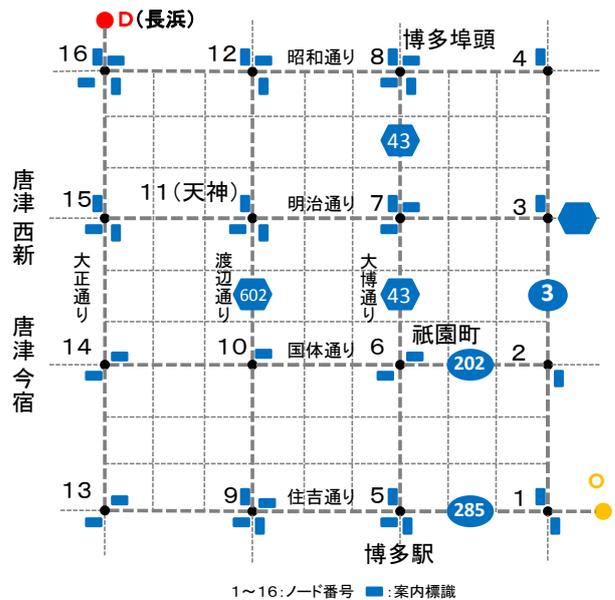
(1) 到達率の定義

道路案内標識による案内誘導効果を定量的に評価するための新たな指標として、『到達率』という概念を導入する。

到達率とは、ドライバーが予定経路を案内標識に従って迷うことなく走行できる割合と定義する。到達率ははじめ 100%あり、途中の分岐点で案内標識がない場合や、進路選択に使う情報がない場合に低下する。

表-1 予定経路別の案内標識の設置有無

設置位置 ノード番号	北→南	南→北	東→西	西→東
1			地名(左:鳥栖 上:博多駅 右:北九州) 路線番号(直進:385 左右:3)	地名(左:北九州 古賀 上:志免 空港 右:鳥栖 大野城) 路線番号(左右:3)
2			地名(左:大宰府 上:博多駅 右:北九州) 路線番号(左右:3)	
3				地名(左:北九州 古賀 上:飯塚 右:鳥栖 大野城) 路線番号(直進:607 左右:3)
4				地名(左:北九州 香椎 上:箱崎 右:鳥栖 大野城) 路線番号(左右:3)
5		地名(左:六本松 天神 上:国道3号 右:博多駅) 路線番号(左右:住吉通り)	地名(左:大橋 上:六本松 天神 右:祇園町)	地名(左:祇園町 上:博多駅 右:大橋)
6	地名(左:国道3号 上:博多駅 右:天神) 路線番号(直進:43)	地名(左:天神 上:博多埠頭 右:国道3号) 路線番号(直進:43)		
7	地名(左:国道3号 飯塚 上:博多駅 右:唐津 天神) 路線番号(直進:43)	地名(左:唐津 天神 上:博多埠頭 右:北九州 飯塚) 路線番号(直進:44)		地名(左:博多埠頭 上:北九州 飯塚 右:博多駅) 路線番号(左右:大博通り)
8	地名(左:呉服町入口 上:博多駅 千代入口 右:西新 天神) 路線番号(直進:385 左右:3)	地名(左:西新 天神 上:博多埠頭 右:国道3号) 路線番号(直進:44)	地名(左:博多駅 上:唐津 天神 右:中央博多心頭 マリンメッセ) 路線番号(左右:大博通り)	地名(左:中央博多心頭 マリンメッセ 上:国道3号 右:博多駅) 路線番号(左右:大博通り)
9	地名(左:博多駅 上:春日 大橋 右:六本松)	地名(左:六本松 上:博多駅 中央博多心頭 右:博多駅) 路線番号(左:城南線 右:住吉通り)	地名(左:大橋 上:西新 六本松 右:天神) 路線番号(左:日赤通り 右:渡辺通り)	地名(左:天神 上:博多駅 右:大橋)
10	地名(左:博多駅 上:春日 大橋 右:唐津 今宿) 路線番号(左:国体通り)			
11		地名(左:唐津 西新 上:須崎心頭 右:北九州 飯塚) 路線番号(直進:602)	地名(左:大橋 上:唐津 西新 右:須崎心頭)	地名(左:須崎心頭 上:北九州 飯塚 右:大橋)
12	地名(左:北九州 国体3号 上:春日 大橋 右:唐津 西新) 路線番号(直進:渡辺通り 左右:昭和通り)		地名(左:大橋 渡辺通 上:姪浜 西新 右:須崎心頭)	地名(左:中央博多心頭 上:北九州 国道3号 右:渡辺通)
13	地名(左:博多駅 上:大橋 右:西新 六本松)	地名(左:西新 六本松 上:赤坂門 右:六本松)		
14	地名(左:北九州 天神 上:春日 大橋 右:唐津 今宿) 路線番号(直進:31 左右:202)	地名(左:唐津 今宿 上:長浜 右:天神) 路線番号(左右:202)		
15		地名(左:西新 上:長浜 右:天神)	地名(左:大橋 上:唐津 西新 右:長浜)	地名(左:長浜 上:北九州 天神 右:大橋)
16	地名(左:北九州 天神 上:春日 大橋 右:唐津 西新) 路線番号(左右:昭和通り)	地名(左:唐津 西新 上:長浜 右:北九州)路線番号(左右:昭和通り)	地名(左:大橋 上:唐津 西新 右:長浜)	地名(左:須崎心頭 上:中央博多心頭 右:春日 大橋)



これを目的地に到達するまでブランチごとに繰り返し、予定経路間で累積した値を求める。

本研究では、仮想道路網(図-6)を用いる。この道路網上には、表-1に示すように各ノードに東西方向、南北方向に案内標識を設置し、情報を設置する。また、ドライバーが走行する経路を2通り作成した。

設定した予定経路をドライバーモデルによって走行させることで、予定経路の到達率の理論値を算出する。

予定経路の到達率の求め方について、出発地から数えてk番目のブランチにおいて正しく進路選択した割合を $P(k)$ とすると、n個のブランチからなる予定経路の到達率 Q は式(1)で表わせる。最終ブランチでは、目的地は到着したことがわかるものとする。

$$Q = P(1) * P(2) * \dots * P(k) * \dots * P(n-1) \quad (1)$$

P(k)を求める上での前提条件として、距離による分岐点同定割合を考慮せず、また、同定不能状態時は $\sigma = 1/2$ を与える（十字交差点を想定し、次の分岐方向は記憶していくものとする、進行方向の選択枝は2となるため）。この場合、k番目のブランチにおける分岐点の案内標識に路線番号または地名の適切な情報があれば $P(k)=1$ 、なければ $P(k)=1/2$ となる。これを8個のブランチごとに繰り返し、2通りの予定経路の到達率Qを求めた。

(2) 到達率の結果分析

図-7には、予定経路1、予定経路2の2つの予定経路の軌跡を示している。ここでドライバーは図-7の地名、路線名とその配置を記憶しているものとする。

予定経路1では、

1)地点1で、案内標識の地名の直進方向に「博多駅」という地名を認識し直進する、2)地点5では、案内標識の地名の右方向に「祇園町」という地名を認識し右折する、3)地点6では、案内標識の地名の直進方向に「博多埠頭」という地名を認識し直進する、4)地点7では、案内標識の地名の左折方向に「天神」という地名を認識し左折する、5)地点11では、案内標識の地名の直進方向に、「唐津西新」という地名を認識し直進する、6)地点15では、案内標識の地名の右方向に目的地の「長浜」という地名を認識し右折する、7)地点16では、案内標識の地名の直進方向に目的地の「長浜」という地名を認識し直進する。このように、予定経路1では全ての分岐点に案内標識が存在し、それぞれに目的地に到達するための情報を認識しながら進むことができるため、到達率の低下するリスクが低く、式(1)の到達率は1.0となる。

それに対して予定経路2では、

1)地点1で、案内標識の地名の直進方向に「博多駅」という地名を認識し直進する、2)地点5では、案内標識の地名の右方向に「祇園町」という地名を認識し右折する、3)地点6では、案内標識の地名の左方向に「天神」という地名があるが「唐津今宿」という地名はなく、左方向に曲がることを記憶していても、地点6が分岐点かどうか判断できないため $P(k)=1/2$ となる、4)地点10では、案内標識が設置されていないためそこが分岐点か判断できず $P(k)=1/2$ となる、5)地点11では、案内標識の地名の左方向に「唐津西新」という地名を認識し左折する、6)地点15では、案内標識の地名の右方向に目的地の「長浜」という地名を認識し右折する。7)地点16では、案内標識の地名の直進方向に目的地の「長浜」という地名

を認識し直進する。

このように、予定経路2では案内標識が存在しない場合や、分岐点で目的地の情報がない場合が2か所あり、これらの箇所では分岐点を同定できないため、到達率は $1/2 \times 1/2 = 1/4$ と低い値になる。

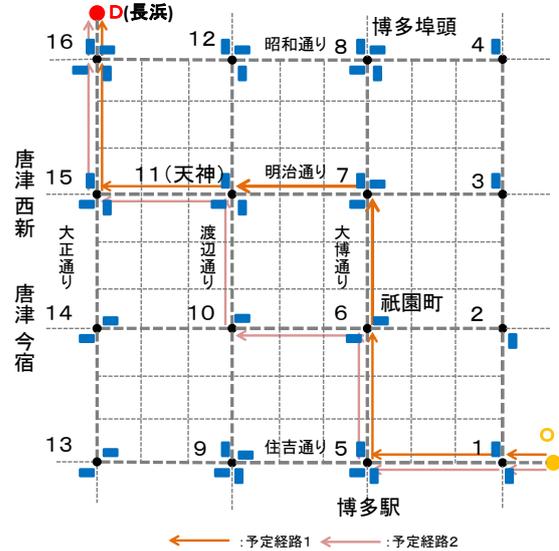


図-7 予定経路1, 2の軌跡

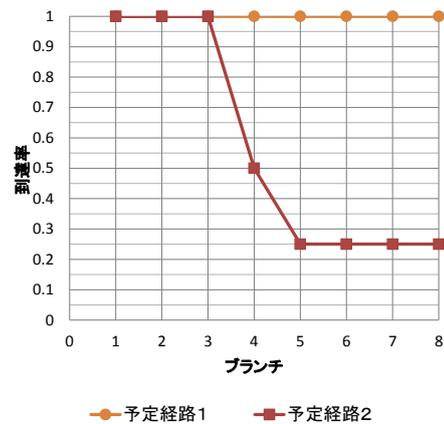


図-8 予定経路1, 2における到達率Qの変化

図-8に予定経路1, 2における到達率の変化を示す。図-8に示す到達率の変化を見てわかるように、予定経路1の方が予定経路2より到達率が高く、本例のOD間の移動に対して迷いにくく信頼性の高いルートであり、優れた案内誘導効果を持つと考えられる。

なお、以上は、分岐点の同定に地名(地点名, 方面地名)のみを用いるドライバーを前提とした案内効果の説明であるが、分岐点間の距離や路線番号単独、及びそれらの組み合わせで分岐点を同定するドライバーも多いものと思われる。

先行研究⁶⁾によれば、ドライバーが分岐点を同定する際に使う情報割合は、図-9に示す通りである。これら

の情報の利用パターンごとに到達率を計算し、その平均値によって、予定経路の評価を行う必要がある。

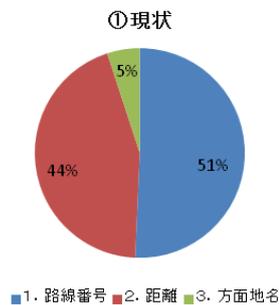


図-9 ドライバーが分岐点同定で使う情報割合

4. おわりに

本研究では、到達率を指標に用いて予定経路の迷いやすさを分析した結果、各予定経路で到達率が異なり、案内標識による誘導効果を表現でき、迷いが少なく信頼性の高い経路を導き出すことができることを示した。

しかし、ドライバーによって用いる情報は異なり、それによって到達率の結果も異なってくる。

今後の課題としては、それらを考慮し、より精度の高い評価システムを構築する。発展的には、実在道路網の誘導経路における不備の検証、案内標識補填の提案などを旨とする。

なお、本研究は、科学研究費(課題番号 22360210) の補助を受けて実施したものである。

参考文献

- 1) (社)日本道路協会編：道路標識設置基準・同解説，1987
- 2) 国土交通省道路局：「わかりやすい道路案内標識に関する検討会」提言，2004
- 3) 末久正樹，外井哲志，大塚康司，梶田佳孝：道路案内標識とカーナビゲーションの利用実態に関する調査 第24回交通工学研究発表会論文報告集，2004
- 4) 野村哲郎，外井哲志，清田勝：都市間道路網における方面案内標識の最適配置に関する基礎的研究，土木計画学研究論文集，1996
- 5) 米森一貴，外井哲志，大塚康司：予定経路を走行するドライバーのための案内情報システムの評価 第44回土木計画学研究発表会講演集2012，6
- 6) 外井哲志，大塚康司，有北和哉：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 Dvol. 63No. 4，2007
- 7) 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-63，2004

(2014? ? 受付)

Evaluation of the system of guidance effect by the road sign

Hiroaki HIGUCHI, Satoshi TOI and Koji OHTSUKA

The road sign is the most basic and universal means in the road guidance system including the car navigation system and the others. Although there are many studies on the road sign, few studies on the guidance effect of road signs were conducted.

In this study, we improved the driver model who made it in a preceding study. When the driver sets the scheduled routes before driving them using road signs, the “arrival rate” means the rate that the driver can reach the destination without losing his way. And we made the model that evaluated the instruction effect with the road sign which used an “arrival rate”.

In conclusion, this research could find the less uneasy and more reliable route in the road network.