

案内標識情報の利用による ドライバーの安心を重視したルート案内

外井 哲志¹・大塚 康司²

1 正会員 九州大学准教授 工学研究院 (〒819-0395 福岡市西区元岡 744 番地)
E-mail : toi@doc.kvushu-u.ac.jp

2 正会員 建設技術研究所 (〒810-0041 福岡市中央区大名 2-4-12 CTI 福岡ビル)
E-mail : k-rootsuka@ctie.co.jp

初めての目的地に向かって知らない道を走行するドライバーにとって、案内誘導情報の提供、道路の形状は極めて重要な情報であり、これから走行する経路の選択や、走行中の経路での安心や快適性などにも大きな影響を及ぼす。しかし、それらによるドライバーへの影響は一様ではなく、性別や年齢などの属性、よって異なることが予想される。本研究は、全国 2000 人のドライバーを対象とした web 調査によって、案内標識に表示する情報と経路形状の重要性および影響を分析し、案内標識情報を用いたドライバー誘導モデルの考察を通して、案内情報の効果をと経路形状の影響を距離に換算して最短経路を求めるシミュレーションを行ったものである。

Key Words : road sign, route guidance, relief, comfort, shortest path, dijksra method

1. はじめに

初めての目的地に向かって知らない道を走行するドライバーにとって、案内誘導情報の提供、経路の形状は極めて重要であり、これから走行する経路の選択や、走行中の経路での安心や快適性などにも大きな影響を及ぼす。しかし、それらによるドライバーへの影響は一様ではなく、性別や年齢などの個人属性および個人差によって異なることが予想される。

本研究は、全国 2000 人のドライバーを対象とした web 調査にもとづいて、案内標識に表示する情報の重要性と、経路形状の影響を分析した。さらに、案内標識情報を用いたドライバー誘導モデルの考察を通して、案内情報の効果と経路形状の影響を距離に換算して最短経路を求めるシミュレーションを行った。

案内標識に関しては、外井¹⁾が既存研究のレビューを行っている。それによれば、道路網における案内標識の誘導効果に関しては、栗本ら²⁾、満田³⁾、若林ら⁴⁾による研究等があるものの、その数は多くない。ドライバーへの情報伝達システムとしての案内標識とカーナビの関係については、外井・大塚らを中心とした研究^{5), 6), 7), 8)}があり、それらの中でカーナビのみでは運転者は不安を解消できず、情報の不一致によって不安が増幅することがあることが示され、それらを解消するための案内標識データベースとカーナビの連携の方法も提案されている⁹⁾。

しかし、運転者の経路選好に基づいて、具体的に案内標識の情報を経路誘導に利用する理論やモデルは存在しない。本研究はこのような観点から、案内情報を取り入れた経路誘導システムの構築を試みるものである。

2. 経路の選好条件に関する Web 調査

一般に、ドライバーは通勤や日常業務などの走り慣れた起終点間では最短(時間)経路を選択すること多い。しかし、初めて自動車を運転する場合、旅行や遠方への出張などで初めての目的地に向かう場合、他者の車に同乗した経験のみで自分では運転したことがない場合などには、ドライバーは迷わずに到着できるか不安である。このような場合、ドライバーはわかりやすく迷いにくい経路、安全で安心できる経路を重視することが多くなるため、そのような経路を選ぶための情報提供の必要性は高いと考えられる。

本研究では、このように初めての目的地まで自動車で行く場合に、ドライバーがどのような経路で行きたいか、そのためにはどのような情報の提供が望まれているかを分析するため、全国 2000 人のドライバーを対象とした Web 調査を行った。

以下では、Web 調査の方法と調査項目の紹介、調査結果について述べ、ドライバーが選好する経路の条件を明らかにする。

(1) Web 調査の方法

①抽出方法

人口の地域構成・年齢構成・男女比を考慮して全国のドライバーから抽出することとした。調査はインターネットを用いた調査会社に委託し、調査予算の制約から2012年調査⁹⁾とほぼ同数の2000サンプルを抽出した。

具体的には、調査会社と契約するモニター母集団から、性別・年齢・居住地・自動車運転免許の保有状況、自動車の使用環境にもとづいて、年齢17歳以下および80歳以上、運転免許非所有者、自動車を運転できる環境にならない者を除外し、人口に比例して県別に合計2000人を抽出した。

②調査項目

表-1に示す通りである。

(2) 調査結果の集計

1) 個人属性

個人属性および居住地域について、その構成率を表-2に示す。

男女比はほぼ同率で男性48.7%、女性51.3%であった。年代については、19～20歳代から50歳代までほぼ同率であるが、60歳代の割合が高くなっている。職業については事務職、専業主婦、無職などが多い。居住地域については南関東、近畿、中部などの大都市圏居住者が多くなっている。

2) 運転条件

運転条件については、自動車を運転できることをサンプルの抽出時の条件としている。表-3のように運転頻度についてはほぼ毎日が最も多く、平日に週3～4回、平日に週1～2回などが多い。自動車の運転に慣れている人が85%を占め、カーナビ装備車を運転している人は4分の3に上っている。また、情報収集については詳細に収集する人、ある程度収集する人が多い。

3) 経路情報

ドライバーが目的地までの予定経路を間違いなく走行するために注意している案内情報(複数回答)を、表-4に示した。これをみると、分岐点で曲がる方向の路線番号、分岐点までの距離、方面地名、交差点名称などがほぼ同率であり、約半数の人がこれらを注意する情報としている。さらに、案内標識から得たい情報としてその重要性を5段階評価で答えてもらい、その割合を示したのが図-1である。これを見ると、重要度が高いのが交差点名称と方面(目的地)地名であることがわかる。また、進行方向を判断するための情報としては、案内標識の方面地名と事前準備による進行方向の記憶が多く、路線番号はあまり利用されていない。

4) 快適な経路の道路条件

最短経路と比較した場合の経路特性の重要性(図-2)を見ると、分岐すべき交差点に目印がある経路、道路の

表-1 Web 調査の質問項目

質問項目	質問内容
(1)個人属性	性別、年齢、職業、居住地
(2)運転環境	運転頻度、 運転の慣れ、 カーナビ装備状況
(3)経路情報	経路情報の収集状況、 経路の分岐点の同定情報、 交差点付近の案内標識にほしい情報、 進行方向を決める情報
(4)快適な経路の道路条件	最短時間、 曲がる回数が少ない、 路線の番号や名称がある、 幅が広い、 分岐が分かりやすい道路形状、 分岐交差点付近にランドマークがある、 料金がかからない
(5)走行経路の選択における案内情報の効果	走行距離の想定、 目的地とその方向の表示、 交差点名の表示、 路線番号の表示、 右折、左折
(6)知らない場所に行くときのカーナビの利用	

表-2 調査対象者の属性および居住地域

属性・分類		構成率	属性・分類		構成率	
性別	男性	48.7%	年代	29歳以下	15.2%	
	女性	51.3%		30歳代	16.9%	
	計	100.0%		40歳代	15.7%	
職業	技術職	11.8%		50歳代	15.4%	
	営業職	6.7%		60歳代	30.9%	
	事務職	16.8%		70歳代	5.9%	
	研究職	1.5%		計	100.0%	
	運転職	0.8%		居住地	北海道	4.3%
	専業主婦・主夫	20.1%			東北	7.3%
	アルバイト・パート	11.1%			北関東	5.6%
	学生	1.7%	南関東		27.9%	
	自営業	8.8%	北陸		4.1%	
	その他	6.2%	中部		14.3%	
無職	14.7%	近畿	16.3%			
計	100.0%	中国・四国	9.0%			
		九州・沖縄	11.4%			
		計	100.0%			

表-3 調査対象者の運転条件

運転条件・分類		構成率	運転条件・分類		構成率	
運転頻度	ほぼ毎日	44.9%	カーナビ	装備	75.6%	
	平日に3～4回/週	17.4%		未装備	24.5%	
	平日に1～2回/週	17.0%		計	100.0%	
	土日のみ	9.5%	情報収集	詳細に収集	25.2%	
	2～3回/月	8.5%		ある程度	53.1%	
	ほとんど乗らない	2.9%		あまり収集しない	14.3%	
	計	100.0%		まったく収集しない	7.6%	
				計	100.0%	
	技術	慣れている	84.7%			
		不慣れ	15.3%			
計		100.0%				

表-4 調査対象者の運転条件

分岐点が近づいてきたときに注意する分岐点同定情報	構成率 (複数回答)
曲がる方向の路線番号	54.5%
曲がる交差点までの距離	55.6%
通過した交差点の数	11.7%
案内標識に記載された地名	51.2%
交差点の名称	49.4%
その他	1.3%

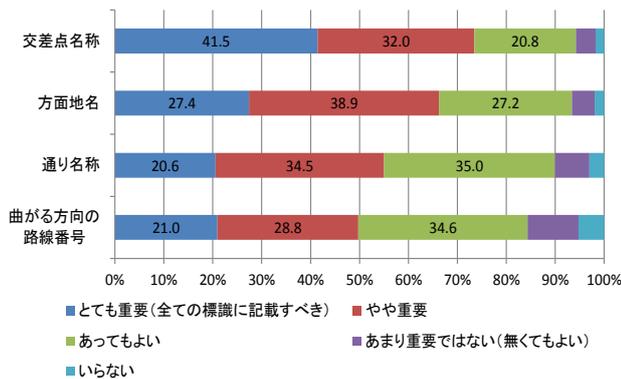


図-1 分岐点同定情報

表-5 進行方向を判断する情報

進行方向を決定するための情報	構成率 (複数回答)
進路記憶 (出発前に想定していた記憶)	42.8%
路線番号(標識の路線番号を見てから曲がる方向を決める)	32.3%
標識地名(標識の地名を見てから曲がる方向を決める)	67.4%
その他()	5.5%

形状で分岐箇所がわかりやすい経路、幅の広い道路を通る経路などは、最短経路よりも重要と評価する人が多い。その上、図-2に挙げたすべての経路が最短経路と同程度かそれより重要と答えたドライバーの割合が高いことがわかる。

これらに示されたように、初めて走る経路では、多くのドライバーがわかりやすく走りやすい経路を求めている状況は明らかである。このように、最短経路ばかりでなく、ドライバーの安心や走りやすさを考慮した経路誘導が求められており、そのための研究の必要性が高いといえる。

3. 案内標識データベースを用いた経路誘導モデル

(1) 経路誘導の原理

現状のカーナビゲーションシステムでは、最短経路を

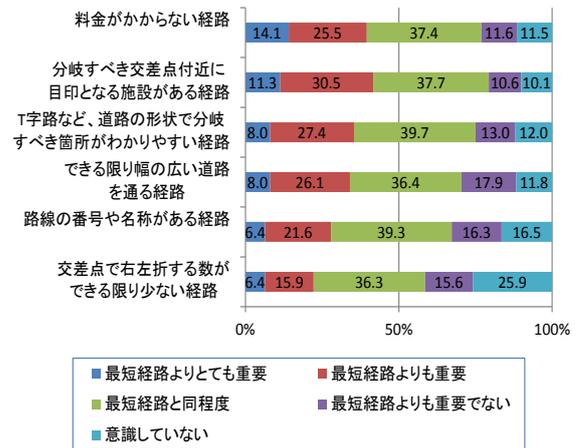


図-2 最短経路と比較した場合の経路特性の重要性

誘導するのが基本であり、経路地や道路の種類が指定ができるものも多いが、現状では、ドライバーは必ずしも目的地名や経路の情報を現地で確認できない。

したがって、ドライバーが、目的地名、事前に調べた予定経路の情報(たとえば、経路の分岐点の交差点名、走行したい路線番号、進行方向にある経路地の方面地名など)を路上の案内標識で確認しながら走行できれば、初めての経路を走行する不安を大きく軽減することができる。このためには案内標識に表示された内容に関するデータベースが必要であるが、このようなデータベースは存在しない。

また、右左折の回数が多いと予定経路を逸脱してしまう危険性が高まるため、ドライバーは走行中に不安を感じ続け、精神的な疲労が蓄積する。したがって、可能な範囲で、右左折回数が少ない経路が望まれるであろう。しかし、上記のように案内標識情報を援用して目的地に向かって誘導しながら経路の右左折をコントロールする機能も開発されていない。

本研究では、以上の2点を考慮した経路誘導システムの構造を考察する。一般のナビゲーションシステムでは、経路中に含まれるリンク長の合計が最短になる最短経路を求めるダイクストラ法が用いられており、本研究でも誘導経路を決定する場合には、ダイクストラ法を基本とするが、ドライバーが走行中に目的地や予定経路の情報を確認できた場合には、リンク長を短縮したり右折や左折の度にリンク長を割り増しするなどの処理を行うことで、ドライバーにとって好ましい経路を、好ましさの程度に応じて短く評価することを可能にすることができる。

以下に、その具体的な計算方法を示す。

走行経路を確認するための情報の種類を、①目的地名とその方向、②予定経路上の分岐点の交差点名、③予定経路の路線番号(交差点案内標識の中に表示されたもの、及び区間上に表示されたもの)の3種類とする。そして、

これらの情報の有無をそれぞれ、 δ_d , δ_c , δ_r で表現し、走行中の道路上でこれらの情報が表示された場合には $\delta_d=1$, $\delta_c=1$, $\delta_r=1$, 表示されなかった場合には $\delta_d=0$, $\delta_c=0$, $\delta_r=0$ とし、①, ②, ③の距離短縮効果をそれぞれ、 d_d km/箇所, d_c km/箇所, d_r km/箇所とする。

同様に、右折、左折の有無（予定経路でそのリンクに右左折して進入しなければならないか、あるいは直進でよいか）を δ_R , δ_L で表わし、直進の場合 $\delta_R=0$, $\delta_L=0$, 右折の場合 $\delta_R=1$, $\delta_L=0$, 左折の場合 $\delta_R=0$, $\delta_L=1$ とする。右左折の影響を距離の増加で表わし、それぞれ d_R km/箇所, d_L km/箇所とする。

これらの要素の効果は、区間が異なれば加算されるものとするが、同一区間で複数の情報が同時に現れた場合および情報の表示と右左折とが重なった場合には、次のような仮定を置き、単純な加算を避けるものとする。

- A) 情報が2種類以上同時に表示された場合には、最大の効果を持つ1種類の情報の効果を採用する。
- B) 右折方向に目的地名が現れた場合などのように、情報と右左折とが重複した場合には、ドライバーは右左折を負担と感じないと考え、右左折による距離の割増は無効なものとする。
- C) 路線番号については、交差点案内標識の中に方向別に表示されるものと、区間上に設置されるものがあるが、両者が同時に表示される場合には、単独の場合よりも安心感が増幅されると考え、効果の割増を行う。

すなわち、情報の同時表示に関しては、リンク長の短縮量 ΔL を、次式(1)で表現する。

$$\begin{aligned} \Delta L &= \delta_d d_d + \delta_c d_c + \delta_r d_r \\ &- \min(\delta_d d_d + \delta_c d_c, \delta_d d_d + \delta_r d_r, \delta_c d_c + \delta_r d_r) \\ &- (d_R + d_L)(1 - \delta_d)(1 - \delta_c)(1 - \delta_r) \end{aligned} \quad (1)$$

ここで、第1項は情報の効果の単純和であり、第2項は情報の同時表示による効果の重複を避けるための項である。また、第3項は3種類の案内情報のうち1つでも表示されれば右左折の影響はなくなることを表す。なお、2種類の路線番号表示が同時に行われた場合には、交差点標識中の路線番号表示に関する δ_{r1} と区間中の路線番号の表示に関する δ_{r2} とを区別し、 δ_r に代えて $(\delta_{r1} + \delta_{r2}) - \delta_{r1} \cdot \delta_{r2} + \alpha \delta_{r1} \cdot \delta_{r2}$ を用いよう。ここで、 α は路線番号の重複表示による効果の割り増し係数である。

(2) 道路と案内標識設置モデル

トリップの起点をO、終点(目的地)をDとする。OD間の最短経路を探索するダイクストラ法では、起点Oからの最短経路、最短距離が確定したノードから、その隣接するノードまでのリンク長を加えて各隣接ノードまでの距離を計算し、すでに求められている起点から各隣接

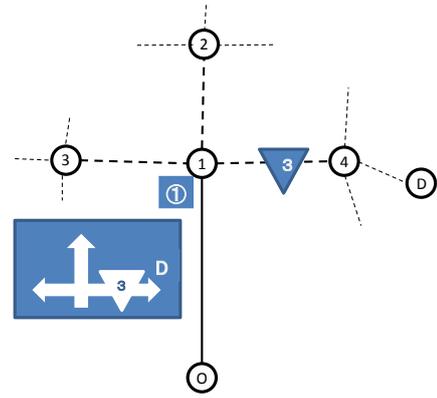


図-3 案内標識情報によるリンク短縮

ノードまでの最短距離と比較し、小さい値に置き換えるという作業を繰り返す。本研究では、確定ノードから隣接ノードまでの距離を、その間に案内される情報の効果を距離に換算しリンク長を短縮することで表現する。すなわち、目的地名や予定経路情報が表示されてドライバーが安心でき、かつ走行中のリンクからの右折や左折がないリンクの距離が短く評価される。

図-3を用いて具体的に説明すると次のようになる。起点がOで、ノード①が確定ノードであり、ここを起点としてノード②, ③, ④までの距離を計算する。この例では、リンクO①でノード①への流入部に交差点案内標識があり、方面地名Dと路線番号3が示されている。ドライバーの目的地がDであり、予定経路に交差点①と路線3が含まれていれば、このドライバーにとって、 $\delta_c=1$, $\delta_d=1$, $\delta_r=1$ となる。また、①④を走行リンクに選んだ場合には右折となるので $\delta_L=0$, $\delta_R=1$ となる。さらに、右折後に路線番号3の標識があるため、次式のような。

$$\begin{aligned} \Delta L_{14} &= d_d + d_c + (1 + \alpha)d_r \\ &- \min(d_d + d_c, d_d + d_r, d_c + d_r) \end{aligned} \quad (3)$$

リンク①-③を走行リンクに選ぶ場合には、交差点名標識はあるが、目的地、路線番号が表示されないの、次のようになる。

$$\Delta L_{13} = d_c \quad (4)$$

リンク①-②の場合も同様に交差点名のみ表示であるので、次式のような。

$$\Delta L_{12} = d_c \quad (5)$$

したがって、 $L_{12}' = L_{12} - \Delta L_{12}$, $L_{13}' = L_{13} - \Delta L_{13}$, $L_{14}' = L_{14} - \Delta L_{14}$ となる。

4. 案内情報表示効果の距離による評価

3.では、目的地名の表示、交差点名の表示、路線番号表示による距離短縮量(d_d , d_c , d_r)および右左折による

距離増加量 (d_R , d_L) を仮定して、ダイクストラ法を用いた最適経路探索法について述べた。この章では、前出のWeb調査での回答結果を用いてドライバーが評価する (d_d , d_e , d_r , d_R , d_L) の値を求める。

(1) 質問の方法

3. での計算はリンク単位で行われるため、各リンクに目的地名、交差点名、路線番号などの案内情報の効果とその前リンクから当該リンクに進む場合の右左折の影響をリンク単位で評価してもらう必要がある。そして、その評価は、個人属性や旅行の距離(経路全体の長さ)によって変化する可能性がある。

そこで、最初に回答者に目的地までの距離を想定してもらい、①10 km未満、②10～20 km、③20～50 km、④50 km～100 km、⑤100 km以上、⑥想定不要の中から1つ選択させた。次に、その距離を初めて運転すると想定し、経路上のある1つの交差点に目的地名、交差点名、路線番号などの案内情報があった場合に、どのくらいの経路短縮量になるかを尋ね、①0 km、②0.5 km、③1.0 km、④1.5 km、⑤2.0 km、⑥それ以上の中から1つ選択する方法で回答させた。具体的な質問文は、「ある交差点で「目的地とその方向」がわかる案内標識が設置されているとします。案内標識が設置されていない場合と比べて、距離に直すとどのくらい長く走行してもよいと考えますか。」というものである。交差点名、路線番号についても同様である。

(2) 評価値の分析

2000人分の回答を集計すると、②0.5 km、④1.5 kmの回答数が少なく、①0 km、③1.0 km、⑤2.0 kmの回答数が多く、短縮距離の変化に対して不連続となった。これは、0.5や1.5よりも0.0、1.0、2.0などのラウンドナンバーのほうがイメージしやすかったためであろうと考えられる。そこで、本研究では、0.5 kmと1.0 km、1.5 kmと2.0 kmをそれぞれ1つの範疇にまとめ、0 km、0～1 km、1 km～2 km、2 km以上の4区分で評価値で分析した。

以下では、この4区分の評価値の出現率が、個人属性や想定経路距離によってどのように変化するかを、3つの案内情報の効果と右左折の影響について分析する。

1) 案内標識による情報の効果

まず、図-4に目的地名の案内効果を経路の想定距離別に示した。分布形状は、想定距離不要のグループ、50 km～100 kmと100 km以上の長距離グループ、10 km未満、10 km～20 km、20 km～50 kmの短距離グループの3つに大きく分かれている。想定不要のグループで影響がないと答える割合が最も高く、次いで短距離グループ、長距離グル

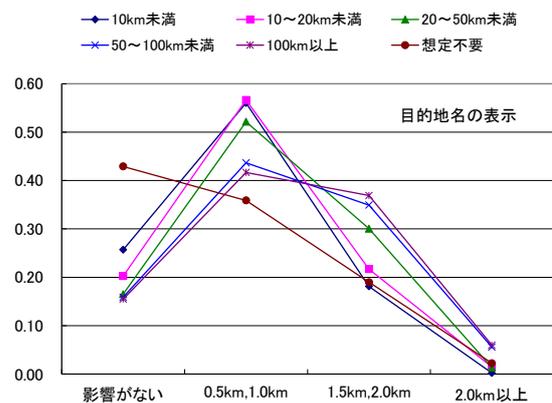


図-4 想定距離別の目的地名の効果の出現率

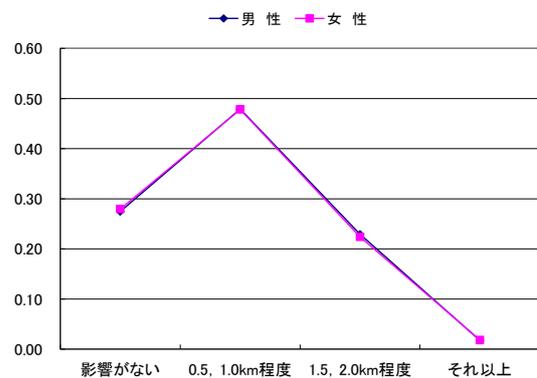


図-5 男女別の目的地名の効果の出現率

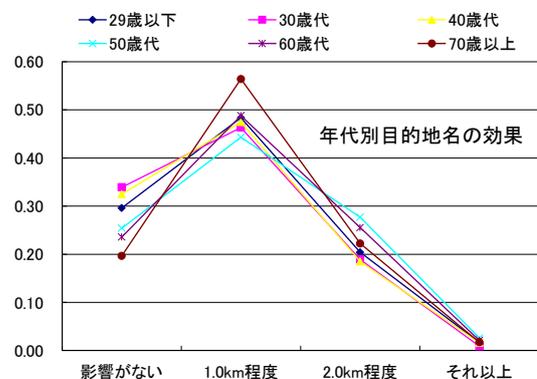


図-6 年代別の目的地名の効果の出現率

ープの順に低下する。長距離グループでは、高い評価値の割合が高い。

次に、図-5に男女別の目的地名の効果の分布を示した。分布形状は図-4とほぼ同じで1 km以下のランクにピークがあり、男女別にもほとんど違いがない。

最後に、図-6に年代別の評価を示した。「影響がない」の割合は、若年層ほど低く年代が高いほど高くなる傾向がみられ、年齢層が高くなるほど目的地案内の効果を重視する傾向にあるといえる。

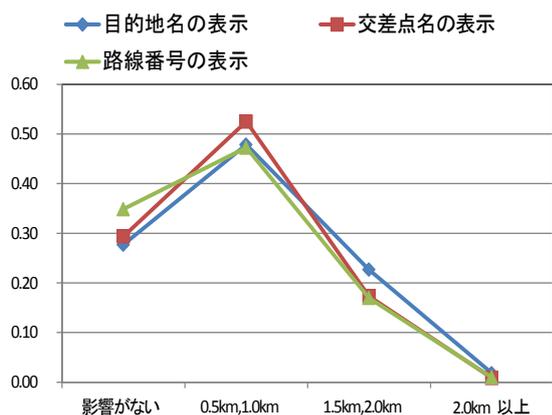


図-7 目的地名, 交差点名, 路線番号の評価の比較

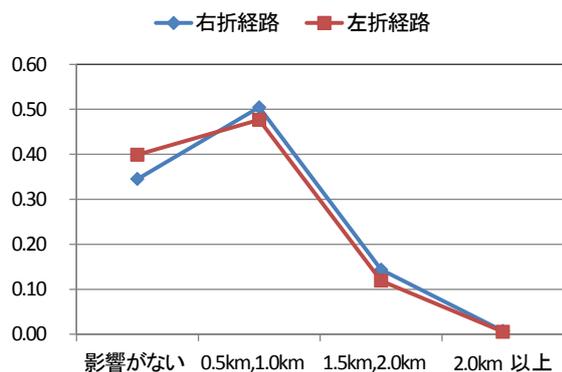


図-8 右左折の影響の比較

表-6 独立性の検定結果

	カイニ乗値	自由度	P 値	判定
想定距離と目的地表示の効果	70.44	12	0.000	1%有意
年代と目的地表示の効果	31.79	15	0.007	1%有意

図-7には、目的地名、交差点名、路線番号の表示の平均的な効果の分布を示したが、これらの分布の間に大きな違いはない。

2) 右左折の影響の評価

右左折の平均的な影響の分布を図-8に示す。右左折の影響についても図-7と似た分布形がえられたが、「影響がない」の割合がやや高い。また、左折は右折よりもやや影響が小さい。

3) 個人属性と想定距離が及ぼす影響

図-4、図-6で想定距離別、年代別の2要因による影響がみられたので、目的地名の表示効果の分布へのこれらの影響の大きさを独立性の検定を用いて統計的に検定した。表-6にその結果を示す。

2要因ともに1%水準で高度に有意であり、目的地名の表示効果の分布に影響を及ぼしているといえる。表-7は、想定距離と年代別の目的地名表示効果の分布(割合)を表している。たとえば、30歳代のドライバーが20km~50

表-7 想定距離と年代別の目的地表示効果の分布

目的地名の表示効果		年代						
想定距離	効果(影響)	29歳以下	30歳代	40歳代	50歳代	60歳代	70歳以上	全体
10km未満	影響がない	0.30	0.37	0.26	0.18	0.23	0.16	132
	0.5km,1.0km	0.49	0.49	0.57	0.64	0.55	0.72	288
	1.5km,2.0km	0.20	0.14	0.16	0.18	0.21	0.13	93
	2.0km以上	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1
	全体	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	514
10~20km未満	影響がない	0.20	0.28	0.29	0.12	0.18	0.17	70
	0.5km,1.0km	0.58	0.47	0.57	0.62	0.58	0.56	196
	1.5km,2.0km	0.20	0.22	0.14	0.24	0.24	0.22	75
	2.0km以上	0.02	0.03	0.00	0.02	0.00	0.06	5
	全体	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	346
20~50km未満	影響がない	0.14	0.18	0.15	0.23	0.15	0.13	50
	0.5km,1.0km	0.57	0.56	0.56	0.44	0.49	0.67	158
	1.5km,2.0km	0.30	0.25	0.29	0.31	0.34	0.20	91
	2.0km以上	0.00	0.02	0.00	0.02	0.02	0.00	4
	全体	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	303
50~100km未満	影響がない	0.30	0.06	0.18	0.19	0.11	0.13	20
	0.5km,1.0km	0.40	0.69	0.41	0.24	0.48	0.38	55
	1.5km,2.0km	0.25	0.25	0.29	0.57	0.34	0.38	44
	2.0km以上	0.05	0.00	0.12	0.00	0.07	0.13	7
	全体	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	126
100km以上	影響がない	0.27	0.23	0.31	0.06	0.09	0.00	13
	0.5km,1.0km	0.55	0.23	0.46	0.35	0.35	0.86	35
	1.5km,2.0km	0.18	0.54	0.23	0.35	0.52	0.14	31
	2.0km以上	0.00	0.00	0.00	0.24	0.04	0.00	5
	全体	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	84
想定不要	影響がない	0.46	0.48	0.46	0.45	0.37	0.32	269
	0.5km,1.0km	0.36	0.39	0.35	0.26	0.39	0.38	225
	1.5km,2.0km	0.16	0.13	0.16	0.28	0.20	0.30	119
	2.0km以上	0.02	0.00	0.03	0.02	0.04	0.00	14
	全体	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	627
計								2000

kmの経路を初めて運転する場合に、ある交差点で目的地名が表示された場合、18%のドライバーにとってその目的地名の案内は運転を快適(安心)にするのに役に立たないが、他の82%のドライバーにとっては役に立ち、そのうち56%は1km以下、25%は1km~2km、2%は2km以上の経路距離短縮があったと同程度の効果(快適さ、安心)を得ることを表している。交差点名、路線番号、右左折の影響などについては、紙面の都合で省略する。

これらの表は、ドライバーの年代と目的地までのおおよその走行距離を設定すれば、情報案内1か所、あるいは右左折1か所存在することによって経路距離が短縮(延長)される効果を確率的に求めることができ、これらの表を用いてモンテカルロシミュレーションが可能になる。

5. 案内標識データベース

案内標識データベースに関する外井ら⁸⁾による提案では、案内標識データベースの目的は、一つのODに関する経路上の案内標識の設置状況と表示情報(地名、交差点名、路線番号)を調べ、運転者の経路走行に対する情報提供の適切さを分析し、目的地(D)への到達性に関するサービスレベルを評価することであり、データベース上で経路を辿りながら、経路上に現われる案内標識の案内内容を出現順に並べてみるができる構造、すなわち、道路リ

リンク相互の接続構造を備えている必要があるとしている。

具体的には、

- 1) DRM データを道路網データの基礎データとする。
- 2) 自動車の進行方向が2方向以上に分かれる分岐点（一般には交差点）の案内標識を対象とする。
- 3) 案内標識の設置リンクに該当するDRMデータのリンクを抽出し、これを標識設置リンクとする。
- 4) 標識設置リンクに関して、次の情報を有する。
 - ①リンク番号(DRMデータのリンク番号とする)、②リンクの起点側ノード番号、③終点側ノード番号、④路線番号、⑤終点側ノードの交差点名(有無を含む)、⑥分岐数(進行してきた方向は除外する)、⑦分岐リンクのリンク番号、⑧表示地名等(重要地名、主要地名、一般地名、著名地点名、その他、路線番号または路線名)。
- 5) 上記⑥の分岐数に応じて、分岐方向別に次の情報を有する。なお、分岐方向ごとの情報は分岐数(N)の組合せ数だけ続く。

このように、DRM データを基礎データとして用い、案内標識が設置された交差点ごとに、分岐方向別の分岐リンク番号とその方向への案内内容を対応させることによって、DRM データ上のあらゆる経路に対して、その経路上に現われる案内標識およびその案内情報を、あたかもその経路を走行しているかのように知ることができる。

表-8 は、データベースの構造様式(最左列)に具体例を

表-8 データベースの構造

リンク番号	2-48-8	2-48-12	2-48-82
リンク番号	50303341894199	50303341994220	50303342384240
起点ノード番号	4199	4220	4240
終点ノード番号	4189	4199	4238
路線番号	県道602	県道602	県道602
交差点名	対馬小路		
分岐数(N)	3	3	3
分岐方向1	分岐リンク番号	50303341754189	50303342334238
	重要地		天神
	主要地		
	一般地	長浜	長浜
	著名地点		博多ふ頭
その他		西公園	大博通り
路線番号(名)			
分岐方向2	分岐リンク番号	50303322554189	50303304374199
	重要地		天神
	主要地		
	一般地		
	著名地点	博多ふ頭	
その他		マリメッセ	
路線番号(名)			大博通り
分岐方向3	分岐リンク番号	50303341894495	50303322674199
	重要地		
	主要地	大橋・天神	
	一般地		
	著名地点		博多ふ頭
その他		福岡国際センター・福岡サンパレス	
路線番号(名)			博多駅
分岐方向N	分岐リンク番号		
	重要地		
	主要地		
	一般地		
	著名地点		
その他			
路線番号(名)			

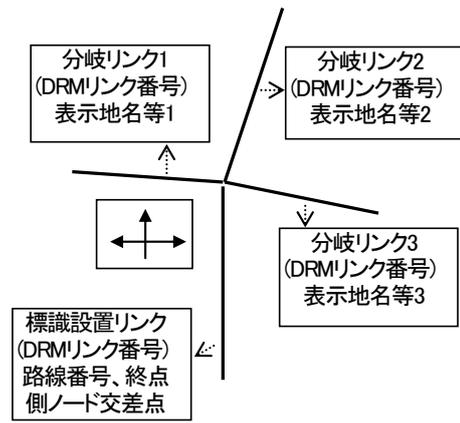


図-9 標識設置リンクと分岐リンクおよび関連する情報

記入したものである。また図-9 は、設置リンクと分岐リンクの関係および関連情報を示したものである。

6. シミュレーションによる例題の計算

(1) 道路網と案内情報の配置

図-10の道路網を用いて、案内情報と右左折の影響を考慮したドライバーの最適経路の計算を行う。この道路網は、6ノード、18リンク(往復別)を有し、各ノードの流入部およびリンクに、図示したような案内標識が設置されている。案内標識の種類は交差点案内標識(方面および方向:108系など)、交差点名標識(地名114系など)、路線番号標識(118系など)の3種類を想定する。交差点案内標識は、ノード3とノード4の各方向からの流入部に設置されている。また、交差点名標識はノード5を除くノードのすべての流入部に設置され、路線番号1,2,3,4の標識が該当するリンクに設置されている。各リンク上の□の中の数字はリンクの評価値L(一般には距離)

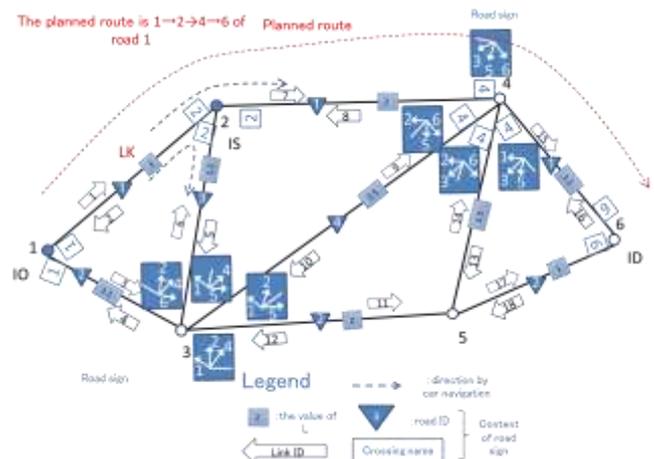


図-10 例題の道路網と案内情報の配置

を表している。

ここで、ドライバーは、ノード1を出発しノード6に向かうが、「ノード1から国道1号で交差点2、4を経由して6に向かう」というドライブの計画を立てている(予定経路: 1→2→4→6)。

(2) リンク評価値のばらつきを考慮した最適経路のシミュレーション

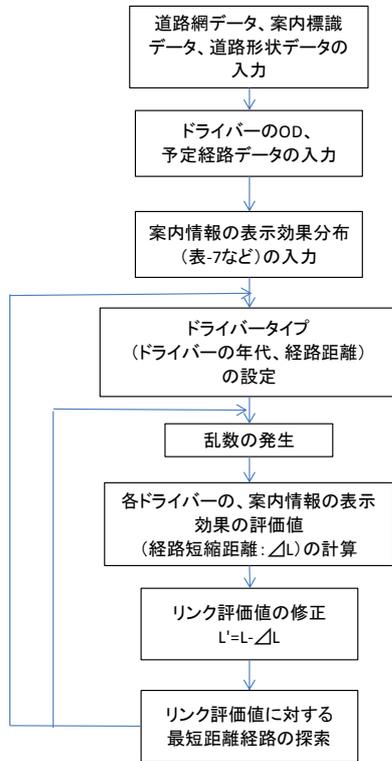


図-11 シミュレーションの流れ図

図-11 に示す手順で計算を行う。図-11 のように、ドライバータイプが決まればそれによって案内情報の評価が変化するので、乱数を用いて個別に評価値の範囲を決め、さらに別の乱数を用いて具体的な評価値を決定する必要がある。そのうち、そのドライバーの評価基準に基づいて道路網のリンクの評価値を決定し、最適経路を探索する。これを同一タイプ内、およびタイプを変えて繰り返す。なお、 ΔL は、前リンクから当該リンクへの流入部における方面地名、交差点名、路線番号の表示がドライバーの目的地、予定経路上の分岐点、路線番号と一致しているか、当該リンクに予定経路の路線番号が表示されているか、前リンクから当該リンクへの右左折などの進行方向、およびこれらに対するドライバー個々の評価値に基づいて計算を行う。

(3) シミュレーション結果

ここでは、図-10 の道路網をノード①からノード⑥まで運転する場合に、距離のみの最短経路と、案内標識の情

表-9 ダイクストラ法による最短経路の計算

基点ノード番号	接続リンク番号	リンク長	他端ノード番号	出発点からの距離	備考
1	1	1.00	2	1.00	(確定1)
	3	1.10	3	1.10	(確定2)
2	5	1.20	3	2.20	*
	7	2.00	4	3.00	(確定3)
3	9	2.50	4	3.60	*
	11	2.00	5	3.10	(確定4)
4	13	1.50	5	4.50	*
	15	1.10	*6	4.10	(確定5)
5	14	1.50	4	4.60	*
	17	1.00	*6	4.10	(確定5)
最短経路 1→2→4→6				最短距離	4.10
1→3→5→6					4.10

表-10 ダイクストラ法による最適経路の計算例 (ケース1)

基点ノード番号	接続リンク番号	リンク長	他端ノード番号	基点ノード上				接続リンク上		接続リンクへの進行方向		補正量	修正後リンク長	出発点からの距離	備考
				目的地表示	予定経路上の交差点名表示	予定経路上の路線番号表示	予定経路上の路線番号表示	右折	左折						
				1.83	1.63	0.00	0.00	0.43	0.00						
1	1	1.00	2					○			0.00	1.00	1.00	(確定1)	
	3	1.10	3								0.00	1.10	1.10	*	
2	5	1.20	3		◎				○		-1.63	-0.43	0.57	(確定2)	
	7	2.00	4		◎				○		-1.63	0.37	1.37	(確定3)	
3	9	2.50	4						○		0.00	2.50	3.07	*	
	11	2.00	5						○		0.00	2.00	2.57		
4	13	1.50	5		◎				○		-1.63	-0.13	1.25		
	15	1.10	6	◎	○	○	○	○	○		-1.83	-0.73	0.65	(確定4)	
最短経路 1→2→4→6				最短距離				0.65							

表-11 ダイクストラ法による最適経路の計算例 (ケース2)

基点ノード番号	接続リンク番号	リンク長	他端ノード番号	基点ノード上				接続リンク上		接続リンクへの進行方向		補正量	修正後リンク長	出発点からの距離	備考
				目的地表示	予定経路上の交差点名表示	予定経路上の路線番号表示	予定経路上の路線番号表示	右折	左折						
				1.98	0.36	0.60	0.12	0.00	0.42						
1	1	1.00	2					○			-0.12	0.88	0.88	(確定1)	
	3	1.10	3								0.00	1.10	1.10	(確定2)	
2	5	1.20	3		◎				○		-0.36	0.84	1.72	*	
	7	2.00	4		◎				○		-0.48	1.52	2.40		
3	9	2.50	4						○		0.42	2.92	4.02	*	
	11	2.00	5	◎							-1.98	0.02	1.12	(確定3)	
5	14	1.50	4						○		0.42	1.92	2.12	(確定4)	
	17	1.00	*6								0.00	1.00	2.12	(確定4)	
最短経路 1→3→5→6				最短距離				2.12							

報案内や右左折等の進行方向を加味した運転の安心や容易さで評価した場合の、そのドライバーにとっての「最適」経路の例とを示し比較する。

まず、表-9に、リンク評価値をリンク長として、①⑥間の最短経路・距離を求めた結果を示す。ダイクストラ法を用いて計算した結果、1→2→4→6と1→3→5→6の2つの最短経路が得られ、距離はいずれも4.10であった。

これに対し、現実には経路の評価は走行距離以外にも、表-7に示した案内標識による目的地名の案内効果等による走行の負担の軽減がある。表-10と11には、29歳以下のドライバーが10km以下の走行をする場合における、目的地名の表示、予定経路上の交差点名と路線番号の表示、右折、左折の距離換算値(表中の影をつけた欄の数値)が異なる2ケースについて、リンク長を修正して計算した最短(最適)経路・距離の結果を示す。ケース1では1→2→4→6、またケース2では1→3→5→6が最短経路となっており、同じ年代、同じ距離帯においてもドライバー個人の案内情報等の評価の相違によって、各ドライバーが最も好む経路が異なることがわかる。

8. 結論と今後の課題

本研究では、初めての経路を走行するドライバーがどのような経路特性を好むかについて、全国2000人のドライバーをweb調査を実施し、距離ばかりでなく、目印や案内情報、走りやすさを重視するドライバーが多いことを明らかにした。さらに、こうした案内情報・走りやすさを距離に換算した評価値を具体的に示すとともに、それに基づいて、案内情報・右左折の影響を距離に換算するモデルを用いた最短距離を求める方法を提案し、最後に数値データを用いたシミュレーションを行い、ドライバーが初めての経路を安心して走行できる経路を誘導

することができることを示した。この方法の適用には案内標識のデータベースが不可欠であるが、その整備を通して、カーナビの案内と案内標識とを連携させ、よりドライバーにやさしい案内誘導体系システムが構築できるものと思われる。今後、案内標識のデータベースとともに、こうしたシステムの整備が望まれる。

参考文献

- 1) 外井哲志：『案内学』の提案—ITS社会における案内誘導の体系化に向けて—；交通工学 Vol.45, No.3, pp.4-9, 2010.5
- 2) 栗本典彦：案内標識の設置効果に関する評価手法，交通工学，Vol.14/No.2, pp.3-9, 1979.
- 3) 満田喬：案内標識の表示手法に関する一考察，土木研究所資料第2072号，pp.27-71, 1984.
- 4) 若林拓史：サクセスツリー法による道路案内標識の経路誘導効果評価モデルの適用，第11回交通工学研究発表会論文集，pp.117-120, 1991.
- 5) 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，pp.117-120, 2004.10
- 6) 大塚康司，外井哲志，森下翔吾，辰巳 浩：道路案内標識とカーナビゲーションとの機能連携による案内効果に関する実験的研究，第28回交通工学研究発表会論文報告集，pp.113-116, 2008.10
- 7) 外井哲志，米森一貴：案内情報の不整合によるドライバーの心的負荷の評価；大塚康司，土木計画学研究論文集，Vol.27, No5, pp.999-1006, 2010.9
- 8) 外井哲志・大塚康司・野村哲郎：案内標識データベースの構築と案内標識の誘導効果の分析，第41回土木計画学研究・講演集CD-ROM(298)，2010.6
- 9) 大塚康司・外井哲志・大枝良直・松永千晶：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アンケート調査，第49回土木計画学研究・講演集CD-ROM(100)，2014.6

THE IMPORTANCE OF GUIDANCE INFORMATION IN ROUTE SELECTION OF DRIVERS TRAVELING FOR THE FIRST TIME OF ROUTES

Satoshi TOI, Kohji OOTUKA

For the drivers who travel unfamiliar roads toward the first visiting destination, providing guidance information and the shape of the route is very important information. They do not only influence the route selection by the drivers, but also affect greatly to the relief and comfort while driving. But the extent of the effect is not uniform, and it is assumed to differ depending on the attributes such as gender and age and individual differences.

In this study, through the web survey to the nationwide 2,000 drivers, the importance of information displayed on the road signs is analyzed. And the theory of driver induction model using road sign information is discussed. Then, the simulation is conducted to obtain the shortest path considering the effect of the guidance information on the route.