

道路案内標識による案内誘導効果の評価

大塚 康司¹・外井 哲志²・樋口 裕章³

¹正会員 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

²正会員 九州大学大学院 工学研究院環境社会部門 (〒819-0395 福岡市西区元岡東744)
E-mail:toi@doc.kyushu-u.ac.jp

³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
(〒819-0395 福岡市西区元岡東744)
E-mail: higuchi2324@doc.kyushu-u.ac.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、カーナビゲーションシステム(以下、カーナビとする)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、ドライバーが出発前に設定する予定経路を走行した場合に、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、先行研究で作成したドライバーモデルに基づいて予定経路の到達率を指標としたモデルを作成した。さらに仮想の道路網を作成し、案内標識による誘導効果の評価を行った。本研究により、迷いが少なく信頼性の高い経路を導き出すことができ、予定経路選定時の参考とすることが可能となる。

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⁾。しかし、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⁾

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ドライバーモデル(詳細は後述する)に基づいて求め、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た。

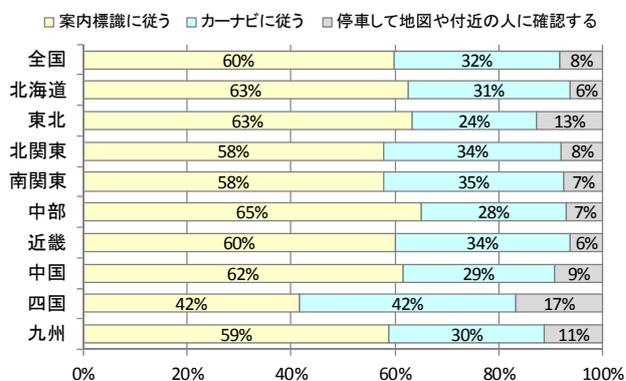


図-1 案内標識とカーナビのルート案内が食い違ったときの利用情報割合³⁾

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と定義する。

(1) 計画モデル

「道路利用者は未知の場所を旅行する場合には、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)で構成されると定義する。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のイメージを図-2に示す。

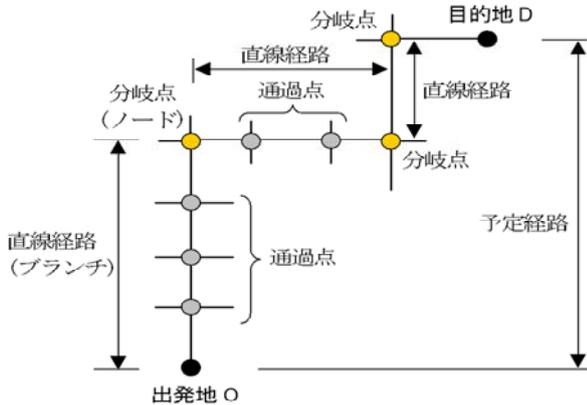


図-2 計画モデル

(2) 推論モデル

外井ら⁴⁾は被験者に予定経路を立てさせ、ドライビングシミュレータ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す一単位の推論を「単位推論」、そのモデルを推論モデルと定義する。図-3は、この推論モデルのより詳しい流れを示したフローチャートである。以下にフローチャートの流れを示す。

<ドライバーモデルの流れ>

- a) ドライバーは一定の距離を進むまでは、分岐点や交差点の判断をせずに進む。
- b) ある一定の距離に達したときに、 α_1 (判断開始率)の確率で分岐点の判断を始める。
- c) 判断しない場合は、道なりに進む。
- d) 判断する場合は、案内標識に従って判断する。
- e) 案内標識がない場合は迷走状態となり、次の交差点で α_2 (分岐点同定確率)の確率で、進路記憶(事前に記憶していた交差点の分岐方向)をもとに曲がる。
- f) 標識がある場合で、分岐点情報の表示があるときは情報に従って正しく進む。
- g) 案内標識はあるが、その情報でそこが分岐点でないことが明らかな場合は、交差点を通過する。

3. 研究方法

(1) 到達率の定義

本研究では、仮想道路網を構築し、案内標識のデータを導入した後、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した。

予定経路の到達率の求め方については、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)で表わすことができる。

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

これをブランチごとに繰り返し、予定経路に沿ってドライバーは目的地に向かう。

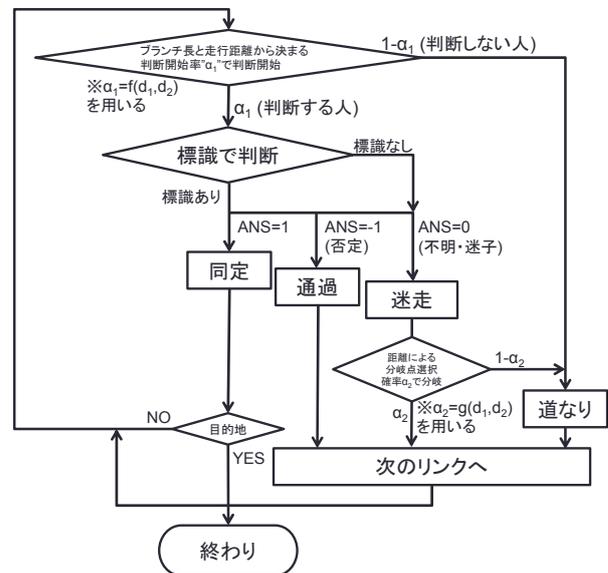


図-3 ドライバーモデルのフローチャート

(2) 走行実験

a) 実験の目的と方法

図-3のフローチャートにおける α_1 (判断開始率)と α_2 (分岐点同定確率)を求めるために、分岐点が1,3,5,7km先にある異なるコースの動画を見て、挙手で事前の質問に回答する方式で実験を行った。事前の質問は、①分岐点を曲がるにあたってどうしても案内標識等の情報が欲しいと感じた地点、②分岐点だと感じた地点、とした。被験者は35名で、観測データ数は133であった。



図-4 実験風景

b)実験の結果

1)分岐点選択確率とその分布

走行実験により得られた①分岐点を曲がるにあたってどうしても案内標識等の情報が欲しいと感じた地点、②分岐点だと感じた地点、の観測データから、分岐点を選択する割合を算出した。設定した分岐点(1,3,5,7km)に近づくにつれ割合が増加していることがわかる。これは、分岐点に向け直進している間に、ドライバーの運転中における気持ちが高まっていくためであると考えられる。

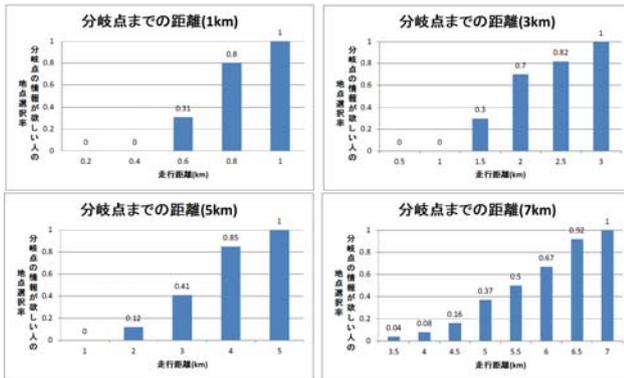


図-5 ①案内標識等の情報が欲しいと感じた地点における地点選択確率とその分布

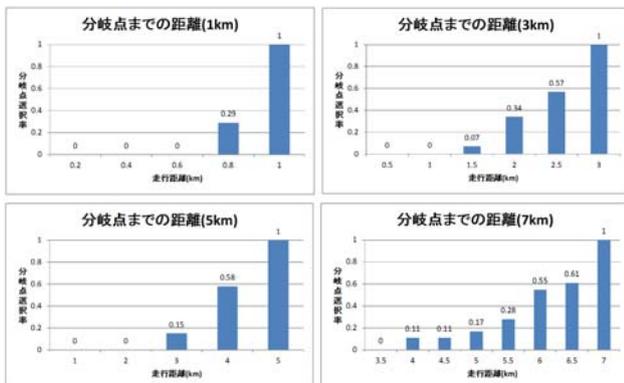


図-6 ②分岐点だと感じた地点における分岐点選択確率とその分布

2)換算距離差の分布と累積値

実験で得た1,3,5,7kmの距離による大小を無くし、無次元化した評価を行うため、換算距離差 d_{12} を式(2)で定義する。

$$d_{12} = \frac{d_1 - d_2}{\sqrt{d_1 + d_2}} \quad (2)$$

d_{12} :換算距離差
 d_1 :次の分岐点までの距離
 d_2 :走行距離

換算距離差 d_{12} は、次の分岐点に近づくに従って減少する傾向を持ち、残距離と同じ性質を持つ。以下に、換算距離差の分布とその累積値を示す。

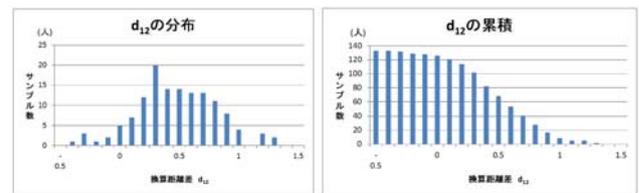


図-7 ①どうしても案内標識等の情報が欲しいと感じた地点の換算距離差の分布と累積値

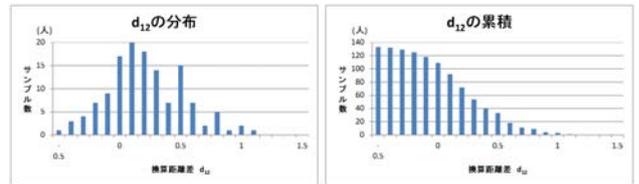


図-8 ②分岐点だと感じた地点の換算距離差の分布と累積値

仮定の走行実験で算出された α_1 (判断開始率)と α_2 (分岐点同定確率)を用いて、ロジスティック方程式をもとに式(3)を定義した。図-9には、観測で得られたデータの累積分布と、式(3)で定義した α_1, α_2 の理論式の結果を示す。ロジスティック曲線で定義した結果、 α_1, α_2 ともに決定係数が高い値が得られ、理論式と観測データが類似した傾向にあることがわかった。

$$\alpha_1 = 1 - \frac{1}{1 + 3.2024 \exp(-2.4084 d_{12})}$$

$$\alpha_2 = 1 - \frac{1}{1 + 1.9246 \exp(-2.7279 d_{12})} \quad (3)$$

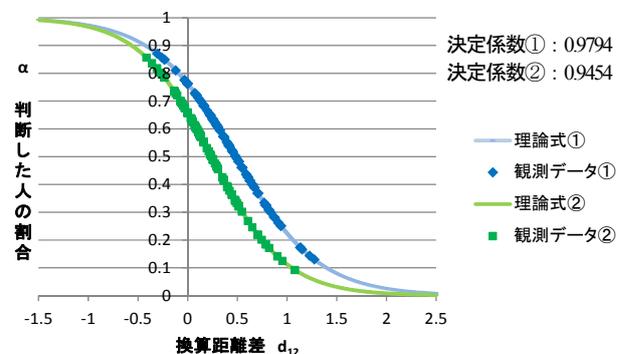


図-9 α_1, α_2 の理論式と観測データ分布

3. 案内誘導効果の評価

(1) 評価の方法

上記の結果を踏まえ、式(3)をもとに図-3のフローチャートに従いドライバーモデルを構築するとともに、構築したドライバーモデルと仮想道路網(図-10)を用い、案内誘導の効果を把握することができる案内誘導評価システムを構築した。本システムを用い、仮想道路網上のOD間で20通りの予定経路を設定し、案内標識の設置位置

や予定経路によって、経路毎に到達率を算出することができるものである。本システムを用いることで、到達率を向上させるための手段を検討することも可能となる。

構築したドライバーモデルは、ドライバーが「交差点名」「交差路線番号」「方面地名」の3つの情報を走行前に記憶していることを前提としている。本研究では、現状を想定した道路網内の特定の交差点に「交差点名」を設置する対策を想定し、案内誘導効果の評価を行った。

評価は、a)分岐数の違いによる変化、b)国道・県道に交差点名を設置した場合の変化、c)国道に交差点名を設置した場合の変化、d)県道に交差点名を設置した場合の変化、e)分岐点手前に交差点名を設置した場合の変化、f)案内標識を優先したときの到達率の変化、g)理想的な情報下に変更した場合の到達率の変化、の7つの視点で分析・評価を行った。分析結果を以下に示す。

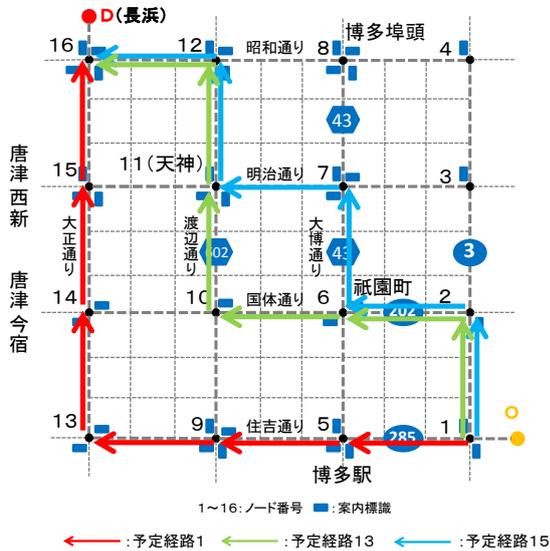


図-10 仮想道路網(比較に使用する予定経路1, 13, 15の経路)

a)分岐数の違いによる変化

交差点での分岐数が異なる3つの経路(予定経路1,13,15)で交差点名を設置した場合の効果を実算した(図-11)。交差点名を設置することで、最終的な到達率は大きく改善することがわかる。また、分岐数が多い方が最終的な到達率は低下する傾向となった。

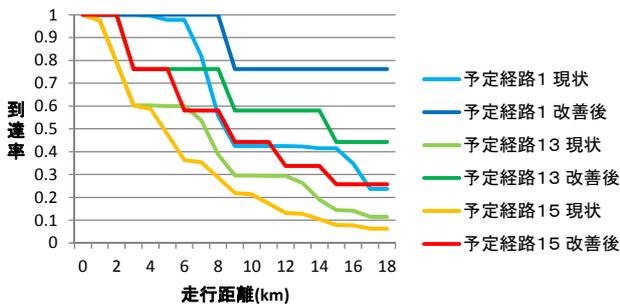


図-11 分岐数1,3,5における到達率の変化

b)国道・県道に交差点名を設置した場合の変化

予定経路15を用いた結果を図-12に示す。国道・県道に交差点名を配置した結果、国道・県道を走行している間は迷走状態になることが無くなり、市道を走っている際に到達率が低下したものの、最終的な到達率は約10%上昇した。

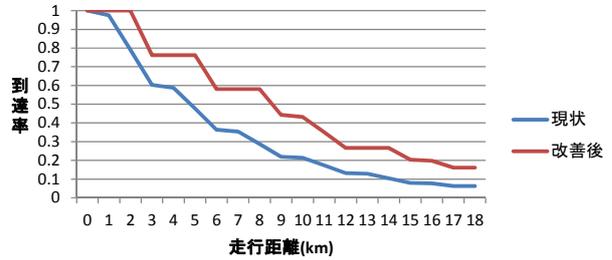


図-12 国道・県道に交差点名を設置した場合の変化

c)国道に交差点名を設置した場合の変化

予定経路13を用いた結果を図-13に示す。国道に交差点名を配置した結果、国道を走行している間は迷走することが無くなり、県道・市道を走っている際に到達率が低下したものの、最終的な到達率は約10%上昇した。

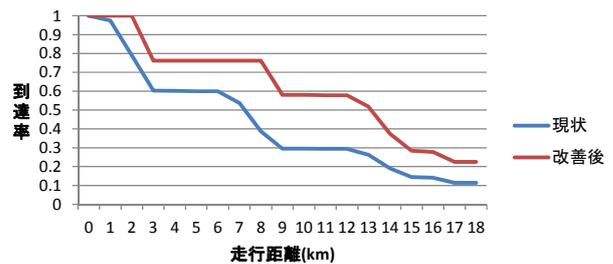


図-13 国道に交差点名を設置した場合の変化

d)県道に交差点名を設置した場合の変化

予定経路1を用いた結果を図-14に示す。県道に交差点名を配置した結果、県道を走行している間は迷走することが無くなり、市道を走っている際に到達率が低下したものの、最終的な到達率は約20%上昇した。

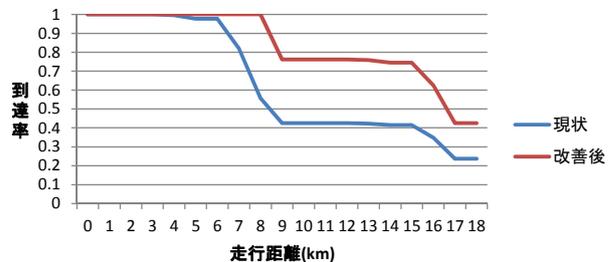


図-14 県道に交差点名を設置した場合の変化

e)分岐点の手前に交差点名を設置した場合の変化

全ての交差点に交差点名を設置するのではなく、経路の中で重要な分岐点の手前に交差点を設置した場合の比較を行った。予定経路1を用い、地点13と16の2つ手前

の交差点から交差点名を設置した。結果を図-15に示す。最終的な到達率は約50%改善した。

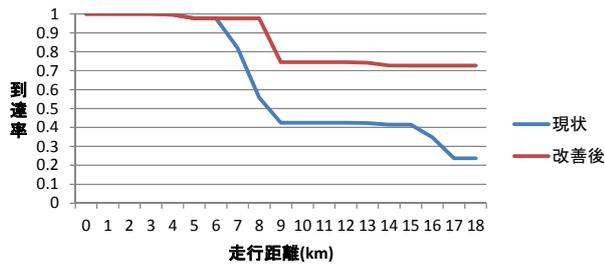


図-15 分岐点の手前に交差点名を設置した場合の変化

f)案内標識を優先したときの到達率の変化

e)までの比較は、図-3の距離優先のドライバーモデルで到達率を算出した。本モデルでは、判断開始率 α_1 で判断を行うため、分岐点に到達しても標識の判断をせずに通過するドライバーが存在する。

しかし、未知の場所を走行しているドライバーは案内標識を必ず確認するという場合も考えられる。そこで、ドライバーが交差点で判断するには必ず案内標識を確認して進む、と仮定した場合の到達率を算出した。案内標識を優先した場合のフローチャートを図-16に示し、このフローチャートを用いて算出した到達率を図-17に示す。

結果として、現状の距離を優先した到達率より約10%高い結果となった。これは、案内標識優先のモデルにしたことで、距離優先時には判断開始率 α_1 で分岐してしまっただライバーが分岐せずに残ったことによる効果と考えられる。分岐点まで長距離ある経路でも、通過する交差点に案内標識があれば、確認しながら進むことが重要であり、ドライバー自身が案内標識を意識して通行することで迷うリスクを低下できると考える。

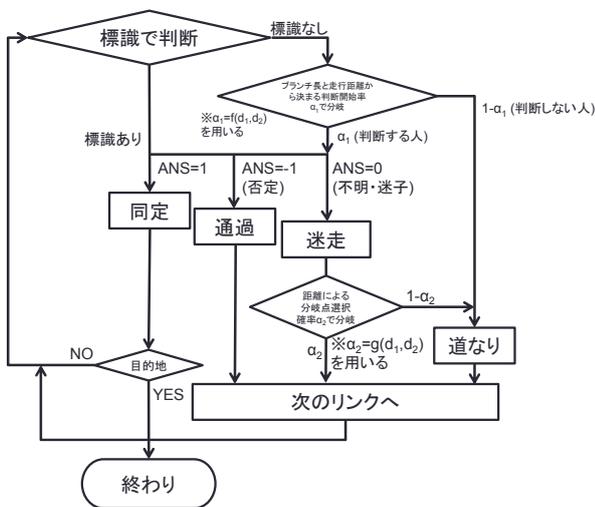


図-16 標識優先の場合のフローチャート

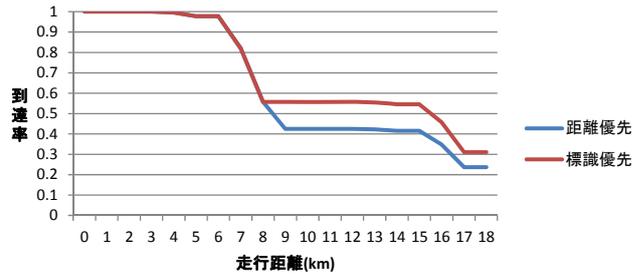


図-17 標識優先のときの到達率の変化(予定経路1)

g)理想的な情報下での変化

予定経路1を用いた結果を図-18に示す。また、f)の「標識を優先したドライバーモデル」と「小さな交差点への交差点名の設置」を組み合わせ、理想的な情報下として到達率を算出した。このg)では、予定経路1を条件別に比較した。到達率算出の際の場合分けは、①距離優先のフローチャートを用いた場合、②距離優先かつ全交差点に交差点名を設置した場合、③標識優先のフローチャートを用いた場合、④標識優先かつ全交差点に交差点名を設置した場合の4つのパターンで分析した(図-18)。分析の結果、標識を優先し、全ての交差点に交差点名を設置した場合は、迷うことなく到達することができ、距離優先でも交差点名を設置することによる効果は大きいことがわかった。

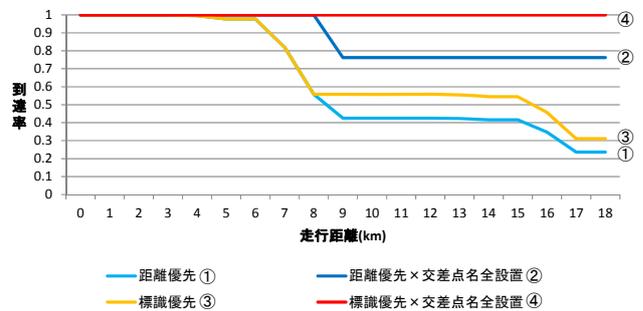


図-18 理想的な情報下に変更した場合の到達率の変化

(2) 到達率の結果と考察

本研究の結果以下の知見が得られた。

- ①大きな交差点だけでなく、小さな交差点にも交差点名を設置すると、この交差点名が予告標識の役割を果たしドライバーへの注意喚起を促し、到達率の低下を防ぐことができる。
- ②分岐数1の予定経路は、交差点名を分岐点手前に設置するだけでよいが、分岐数が3や5と増えた場合は、交差点名を設置すべき箇所が増え、多くの案内が必要になる。このことから、事前の予定経路の設定が重要になってくる。
- ③全ての交差点に交差点名を設置するのではなく、国道、県道、道幅の広い市道等周辺に設置するだけでも、到

達率は改善され、ドライバーが迷う可能性を防ぐことが可能になる。

- ④現実において、距離優先と標識優先のドライバーはどちらも存在すると考えられるため、両方の視点で検討する必要がある。

今回条件別に比較を行い、結果として標識優先の場合の方が距離優先時より到達率が上昇した。このことから、ドライバー自身も分岐点がまだ先であるからといって案内標識を無視してしまうのではなく、案内標識も確認しながら進むことで目的地まで迷うリスクを低下させることができるため、ドライバー自身の心掛けも大切と考える。

5. 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できるドライバーモデルを構築するとともに、仮想の道路網を想定した案内誘導の効果を把握できるシステム（案内誘導評価システム）を構築した。

ドライバーによって用いる情報は異なり、それによっても到達率も異なってくるため、今後は、それらの特性を考慮して、ドライバーが用いる情報の割合を調査することが必要であり、その特性を組み入れることで、現実に近い到達率を算出することができるようになると考えられる。発展的には、実在道路網の案内標識の不備の検証や案内標識設置による改善効果の提案が実施できることが想定される。

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) 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回土木計画学研究発表会,2014
- 4) 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