

図形情報板の 図形表示ガイドライン策定に向けた基礎検討

飯田克弘¹・阪本浩章²

¹正会員 大阪大学大学院准教授 工学研究科地球総合工学専攻 (〒565-0871 大阪府吹田市山田丘 2-1)

E-mail: iida@civil.eng.osaka-u.ac.jp

²学生会員 大阪大学大学院博士前期課程 工学研究科地球総合工学専攻 (〒565-0871 大阪府吹田市山田丘 2-1)

E-mail: sakamoto.hiroaki@civil.eng.osaka-u.ac.jp

現在、図形情報板に関する規定がなく、そのデザインが多様化している状況に着目し、名神高速道路・草津 JCT の図形情報板を対象に、ドライビング・シミュレータを用いた室内走行実験を行なうことで、図形情報板のデザインの統一性に対する検討を行なった。「図形情報板のどの構成要素が図形情報板に求められる機能に影響を及ぼすか、その構成要素は機能の観点からどのような水準であれば良いか」という観点から、余白および文字高が大きい場合は被験者の属性に関係なく支持されること、路線名の文字装飾が無い場合は被験者の属性に関係なく支持されないことがわかった。つまり、図形情報板をデザインする上で、文字の装飾、余白の大きさ、文字高の3構成要素の表記に特に留意するべきであるという知見を得た。

Key Words : *information board using figures, express way, design, components*

1. 背景と目的

現在、我が国の高速道路は、ネットワーク化が進展し、それに伴いジャンクション（以下、JCT）における図形情報板の設置も増加している。しかし、設計要領などには、図形情報板に関する規定が無く、図形情報板のデザインが多様化している。これに対し、ドライバーは、図形情報板の基本的なデザインの統一がなされていることを前提に、得られる情報を事前に予見し、目視・確認し、行動に移行すると想定するならば、図形情報板のデザイン多様化は、ドライバーの情報取得困難を招く可能性がある。情報取得が困難な場合、ドライバーは、図形情報板に見入り、速度を低下させ、それに伴って渋滞や追突事故が発生する危険性も考えられる¹⁾³⁾。以上のことから、「デザインに統一性があり、かつ、わかりやすい」図形情報板のあり方を検討することは重要な課題と言えるが、この課題に対する有用な知見は得られていない。

図形情報板のデザインの統一性という概念は抽象的で、様々な解釈が成立するが、本研究では「図形情報板に求められる機能を満たし、かつ、高速道路関係者（標識メーカー、道路管理者、道路ユーザー）が共通して容易に

理解可能であるように、構成要素（文字高など）の水準を選択してデザインの方向性を定めること」と考える。ここで、図形情報板に求められる機能とは、「理解しやすい」などのような、図形情報板がドライバーに対して発揮すべき役割のこと（3章で詳説）であり、水準とは、構成要素の変動可能範囲（4章で詳説）を示す。

したがって、本研究は、図形情報板のどの構成要素が図形情報板に求められる機能に影響を及ぼすか、および、その構成要素は機能の観点からどのような水準であれば良いかを明らかにすることを目的とする。

2. 研究方針

本研究の目的を達成するためには、図形情報板の構成要素の水準の変化が、図形情報板に求められる機能に及ぼす影響を比較分析する必要があり、具体的には図1に示す流れで研究を遂行する。始めに、図形情報板に求められる機能を明らかにする必要があるが、現在の図形情報板の多様性を鑑みると、図形情報板に求められる機能は複数存在することが予見される。そこでまず既往研究

等のレビューにより図形情報板に求められる機能の候補を抽出し、高速道路関係者へ提示しヒアリングを行なうことで、図形情報板に求められる機能を精査する。機能が複数抽出された場合、それぞれの重要度を、AHPを準用することで算出する⁴⁾。以降では、この重要度を機能自体のウェイトと呼ぶ。

次に、既存資料や既存事例のレビューにより、図形情報板をいくつかの構成要素に分割できるのか、各構成要素において、どのような水準が存在するのかについて候補を抽出する。そしてこれらの候補を、先と同様、高速道路関係者に提示することにより構成要素および水準に関して精査を行う。得られた結果に基づき、図形情報板のCGを作成する。具体的には、比較対象となる現行の図形情報板に対して、ある構成要素を一水準変更し、その状態をCGとして作成する。この過程を構成要素×水準の組み合わせ全てについて行なう。以降では、作成された個々のCGを代替案と呼ぶ。

この図形情報板のCGを、3次元CG(以下、3DCG)で再現された高速道路上の同一地点に表示させ、これを投与刺激とした走行実験を、ドライビングシミュレータ(以下、DS)を用いて行う。

この走行実験において取得する、各機能における各代替案の重要度の一対比較結果や、アイマークレコーダ(以下、EMR)により取得した視線座標データから算出した注視時間に関する一対比較結果(5-3節で詳説)を用いて、AHPを準用することで機能ごとに各代替案のウェイトを算出する。この各機能における各代替案のウェイトおよび、機能自体のウェイトを用いて、各代替案の総

合的なウェイトを算出する(6章で詳説)。

この総合的なウェイトを全ての代替案について求め、現行の図形情報板の代替案の示す総合的なウェイトよりも大きな値を示す代替案を表現する水準を選択することで、「構成要素がどのような水準であればよいか」が明らかとなり、その水準の属する構成要素に着目することで「図形情報板のどの構成要素が図形情報板に求められる機能に影響を及ぼすか」が明らかとなる。現行の図形情報板と比較するのは、図形情報板に関する規定が存在しないため、構成要素および水準の比較が相対的にならざるを得ないからである。なお最終的には、複数の構成要素の水準を同時に変更した場合の交互作用を考慮した検討が必要であるが、本研究ではその前段階として、図形情報板に求められる機能に影響を及ぼす個別構成要素の特定を目的とする。

3. 図形情報板に求められる機能

(1) 機能の抽出

まず、既往研究¹⁾³⁾⁵⁾⁸⁾で明らかとなっている知見から、図形情報板に求められる機能の候補を抽出した。たとえば、若林ら⁶⁾は、図形案内標識において、道路形状の表現の仕方によっては、高速走行時のドライバーの判断が遅れることを実験で明らかにしている。この知見を参照し、見てすぐに理解できることを、図形情報板に求められる機能の1つとして考えた。このようにして得られた機能の候補を、高速道路関係者(標識メーカー9名、道

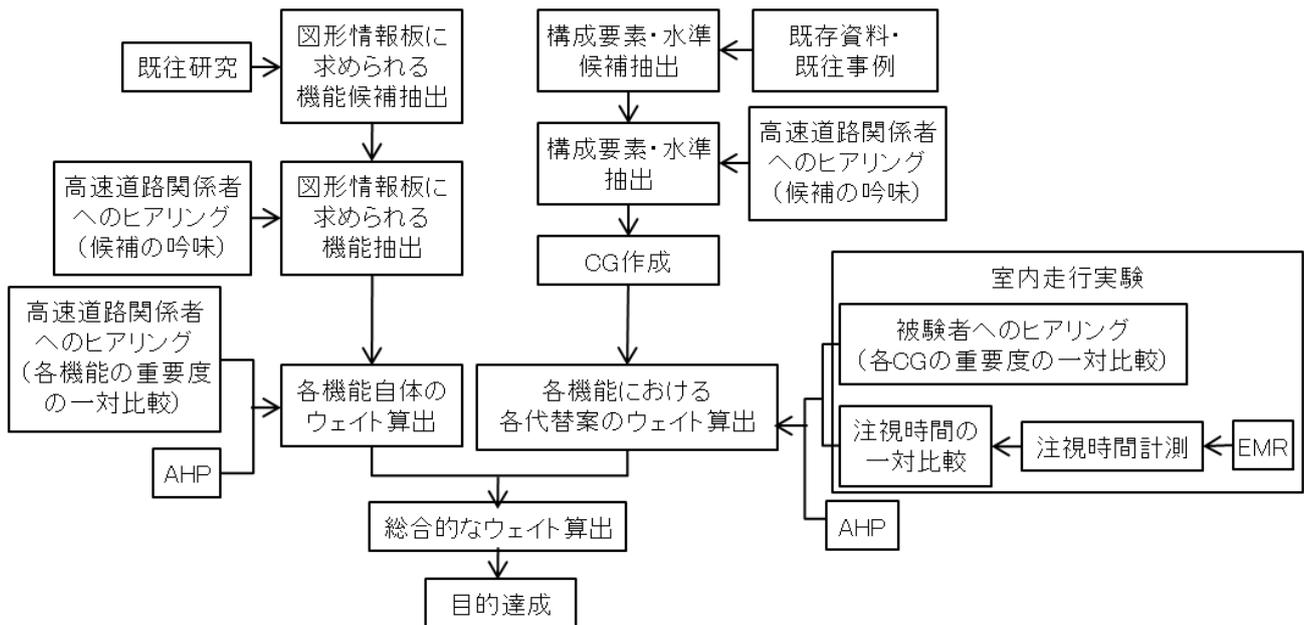


図1 研究の流れ

路管理者7名、道路ユーザー8名)に提示しヒアリングを行ない、意見を集約した結果、最終的に以下の3つの機能に絞り込むことができた。

機能①：理解できる。

機能②：個人間の経路選択判断時間のばらつきが小さい。

機能③：注視時間が短い。

ここで、機能②における経路選択判断時間とは、同一地点に通じる経路が2つ以上ある場合、図形情報板を見てから、所要時間が短い経路を選択・判断するまでに要する時間のことである。

(2) 機能自体のウェイトの算出

3-1節で明らかになった3つの機能に関して、それぞれの重要度を問う一対比較のヒアリングを、3-1節と同じ高速道路関係者に対して行なった。整合度が低いもの(標識メーカー、道路管理者、道路ユーザー、各2サンプルずつ)を除いた、合計18サンプルの一対比較データを用い、AHPを準用することで各機能自体のウェイトを算出した結果、機能①、機能②、機能③の順に、67.55%、15.23%、17.22%となった。

4. 図形情報板の構成要素と水準の抽出

既存資料、既往事例などから抽出した構成要素および、水準の候補を、3-1節と同じ高速道路関係者に提示しヒアリングを行なった結果、最終的に以下の9つの構成要素および、28個の水準に絞られた(表1参照)。

構成要素①：道路形状(道路形状の表記方法)

自路線を実際の道路形状に関係なく直線で表現する「自路線直線型」と、実際の道路形状に合わせて道路線を表現する「実道路形状合致型」の2水準。

構成要素②：塗潰し・枠線(文字の装飾方法)

特に文字を装飾しない「塗潰し・枠線なし」、白色の下地に緑色の文字を表記する「白地緑字」、文字を白い枠線で囲む「白枠」の3水準。

構成要素③：道路線の太さ

比較対象とする現行の図形情報板と比べ、「太」、「細」とする2水準。

構成要素④：余白の大きさ

余白を十分に取る「大」、ほぼ板全体に文字・図が描かれ、余白がほぼ無い「小」の2水準。

構成要素⑤：行き先表示(道路線先端の矢印の先に記載する名称)

「地名」、「路線名」、「JCT名」の3水準。

構成要素⑥：文字高

比較対象とする現行の図形情報板と比べ、「大」、「等」、「小」の3水準。

構成要素⑦：現在地の表示位置

「左下」、「真中下」、「右下」の3水準。

構成要素⑧：矢印の数と形と大きさ

矢印とは図2に示す図形情報板のように、道路線が非常に長い場合、走行方向を示すために補助的に道路線の途中に挿入するものを意味する。水準は、数が「多」、「少」、形が「三角」、「矢印」、大きさが「大」、「小」の組み合わせで、合計8水準となる。

構成要素⑨：可変情報を出せない道路の表記

可変情報を出せない道路(白線で表示される道路線)を、「表記する」、「表記しない」の2水準。

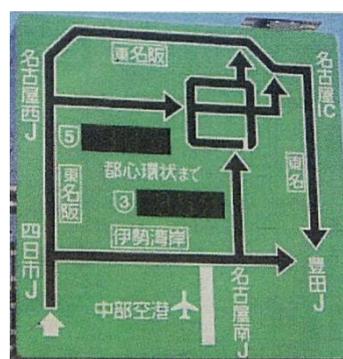


図2 東名阪道(上)四日市JCTの図形情報板

5. 室内走行実験

(1) 実験概要

本研究では、名神高速道路(上)草津JCTの図形情報板を対象として、室内走行実験を行なった。

被験者は、20歳から49歳の非高齢者30名、65歳以上の高齢者20名の計50名であり、高速道路を年5回以上走行する関西在住の男性で構成した。走行区間は、草津JCTの2.7km手前(467.7kp)から図形情報板通過直後(466.54kp)までの約1.2kmの区間である。条件として、速度は時速80kmから120kmを目安にもらい、車線の選択および、方向指示器の使用の有無は自由とした。また、走行開始前に指示した目的地に向かっている途中で図形情報板が出てきたという想定で判読してもらった。なお、図形情報板を判読してもらう際には、同一の目的地では、実験を繰り返す過程で慣れが生じる可能性があるため、被験者にはそれぞれの走行ごとに、別々の行き先を伝えた。また、周辺車両は配置せず単独走行で実験を行ない、どの代替案を掲示するかは、被験者には知らせ

ずに走行してもらった。

なお、DSにおける運転操作は、実際の車を運転する際とは感覚が異なるため、実験走行の前に練習走行を行なった。具体的には、筆者らが先行研究⁹⁾で使用した3DCG道路モデル(延長約12km)を、被験者が納得するまで走行してもらった。この練習走行後にEMRを装着し、前述の条件に従って実験走行を行なった。

(2) 構成要素と水準の再抽出

草津JCTの図形情報板は4章で述べた9構成要素28水準すべてを含有していない。そこで改めて草津JCTの図形情報板が有する構成要素および、その水準を抽出した結果、6構成要素10水準(現行はまとめて1つのものとして扱う)となった。これを元に作成した図形情報板のCGを表1に示す。

(3) データの取得と測定

10個の図形情報板の代替案の中から2つを取り出し、それぞれを走行区間の同一地点で表示し、この2つの場面を被験者に連続して走行してもらおう(これを1試行と呼ぶ)。そして1試行ごとに、前述した機能①と機能②のそれぞれに関して、どちらの代替案がどの程度重要であるのかを問う一対比較を行なった。

非高齢者は、一人当たり4試行8走行を行ない、高齢者は一人当たり3試行6走行を行なった。代替案は全部で10個あることから、比較対の組み合わせは、45通り存在するため、1つの機能につき、各一対比較値が4サンプルずつ、合計180サンプルが抽出できることになる。しかし結果として、一対比較に整合性が認められないものが存在するなど、機能①に関する一対比較で5サンプル、機能②に関する一対比較で7サンプルのデータ欠損が生じた。

一方、機能③に対する各代替案のウェイトを算出するために、全走行においてEMRにより、被験者の視線座標の測定を行い、各代替案の注視時間の平均値を算出した。注視時間を算出する際には、図形情報板設置位置の上流150mから、図形情報板の消失点通過後、再び視線が道路上に戻るまでを対象とし、30Hzで取得した視線座標を1フレームずつ解析し、視野画像の図形情報板と視線軌跡が重複したフレームを抽出した上で、視線停留時間165msec以上、眼球移動速度10deg/sec以下となるものを注視と定義¹⁰⁾した。データ数は、各代替案36走行分ずつ、合計360走行分を取得できる予定であったが、被験者のまぶたの形状などの関係で、視線座標が計測できない場合があり、7走行分のデータ欠損が生じた。この7走行分を除いた残りの353走行分のデータのうち、

極端に注視時間が長い、あるいは、短いものを取り除くため、第1四分位点から、1.5IQL(IQLは、第1四分位点と第3四分位点の差の大きさ)より小さい15走行分のデータ、および、第3四分位点から、1.5IQLより大きい7走行分のデータを除去した。

機能③は、注視時間が短いものを評価する必要がある。そこで、まずEMRによる測定結果から、各代替案の注視時間の平均値を求め、その逆数をとる。代替案は全部で10個あることから、その注視時間の平均値の逆数も10個存在する。その中から任意の2つを選び、その比(以下、X)を、1を下回らないようにとる。たとえば、2つの代替案の注視時間の平均値が、2.2secと2.4secであった場合は、

$$X = (1/2.2) / (1/2.4) = 1.09$$

として算出する。これを全ての代替案の対45パターンについて求め、この比のうち、最小値を2、最大値を9に変換し、それ以外の値は、比例配分して2以上9以下となるように変換することで、一対比較値を算出した⁴⁾。たとえば、Xの最小値が X_{min} 、最大値が X_{max} であり、代替案①の注視時間が $T_1(sec)$ 、代替案②の注視時間が $T_2(sec)$ 、 $T_1 > T_2$ であると仮定すると、代替案①と②の注視時間の逆数の比 X_{12} は、 $X_{12} = (1/T_2) / (1/T_1)$ となる。このとき、一対比較値 Y_{12} は、以下の式

$$Y_{12} = 2 + (9 - 2) \times (X_{12} - X_{min}) / (X_{max} - X_{min})$$

あるいは、

$$Y_{12} = 9 - (9 - 2) \times (X_{max} - X_{12}) / (X_{max} - X_{min})$$

として、算出できる。この場合、代替案②の方が注視時間の短いので、値 Y_{12} は、代替案①に対する、代替案②の一対比較値になる。代替案②に対する、代替案①の一対比較値は、逆数 $(1/Y_{12})$ とすれば良い。

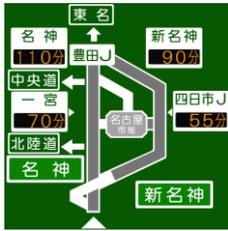
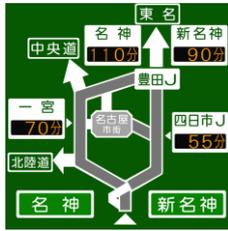
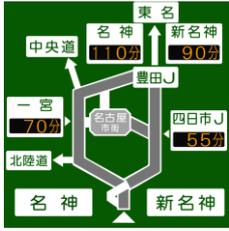
6. 実験結果

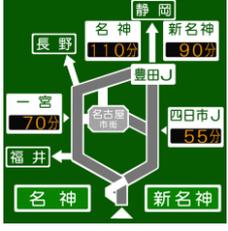
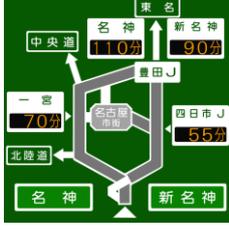
機能①～③の、3種類の一対比較値を用いて、AHPを準用することで、機能ごとに各代替案のウェイトを算出する。さらに、ある代替案に着目し、ある機能におけるその代替案のウェイトと、その機能自体のウェイトを乗じたものを、存在する機能の数だけ求め、それらの和を取ることで、その代替案の総合的なウェイトを算出する。これをすべての代替案について算出したその結果を表2に示す。

表2中の「全被験者」とは、非高齢者と高齢者を区別せずに解析した結果である。

まず、現行の図形情報板よりも総合的なウェイトが大きいもの(表2中の赤字)、つまり、現行よりも支持され

表1 図形情報板のCG一覧

		構成要素			
		道路形状	塗潰し・枠線	道路線の太さ	余白の大きさ
水準		 (自路線直線型)	 (なし)	 (太)	 (大)
		現行と同じ (実道路形状合致型)	 (白地緑字)	 (細)	現行と同じ (小)
			現行と同じ (白枠)		

		構成要素		
		行き先表示	文字高	現行
水準		 (地名)	 (大)	
		現行と同じ (路線名)	 (小)	
			現行と同じ (等)	

るものに着目すると、全被験者では、白地緑字、余白(大)、文字高(大)であり、非高齢者では、自路線直線型、道路線(太)、余白(大)、行き先表示(地名)、文字高(大)である。高齢者においては、白地緑字、道路線(細)、余白(大)、文字高(大)、文字高(小)であった。

ここで、高齢者において、文字高が、大、小ともに支持される結果となった理由について考察するために、非高齢者と高齢者の視線移動の形態に着目する。

図3左の橙色線は、非高齢者の視線軌跡の一例を示し、図3右の橙色線は、高齢者の視線軌跡の一例を示す。視

表2 総合的なウェイト

構成要素	水準	総合的なウェイト(%)		
		全被験者	非高齢者	高齢者
道路形状	自路線直線型	9.56	11.33	7.62
	実道路形状合致型(現行)	10.44	9.90	10.23
塗潰し・枠線	なし	5.36	6.68	3.99
	白地緑字	10.72	9.39	10.24
	白枠(現行)	10.44	9.90	10.23
道路線の太さ	太	9.20	10.50	8.68
	細	8.69	7.91	11.36
余白	大	15.49	14.10	11.48
	小(現行)	10.44	9.90	10.23
行き先	地名	9.18	10.17	7.04
	路線名(現行)	10.44	9.90	10.23
文字高	大	13.99	14.40	14.44
	等(現行)	10.44	9.90	10.23
	小	7.38	5.62	14.91
現行		10.44	9.90	10.23

視線軌跡は、図形情報板の手前150mの地点から、図形情報板の消失点までであり、背景は、その中間地点(図形情報板の手前約75m)の様子である。図3では、視線軌跡図と背景を合成しているため、図中の視線軌跡と、実際の注視点とは必ずしも一致はしないが、非高齢者は、視線の移動量が大きく、図形情報板全体を注視していることがわかる。一方、高齢者は、視線の移動量は比較的少なく、特定の箇所を注視していることがわかる。ヒアリングなどの結果から、その特定の箇所とは、所要時間であることが多いことがわかった。本実験では、文字高(大)、文字高(小)ともに、所要時間情報の数字部分の文字高は変更を加えていなかったため、文字高(小)においては、所要時間情報の数字部分が相対的に目立つ結果となり、所要時間部分を主に注視する高齢者が、文字高(小)の代替案を支持する結果になったものと考えら



図3 非高齢者(左)と高齢者(右)の視線軌跡例

れる。一方、図形情報板全体を注視する高齢者も存在しており、この傾向を示す高齢者においては、現行の図形情報板に対して文字高が大きい方が、判読性が向上したため、文字高(大)も支持されることになったものと考えられる。

逆に、現行の図形情報板に対して、被験者の属性に関係なく支持されないのは、構成要素「塗潰し・枠線」の「なし」という水準であった。

次に、各構成要素内の水準間の総合的なウェイトの値の差に着目する。全被験者では、塗潰し・枠線、余白の大きさ、文字高の3構成要素において差が大きく、非高齢者では、余白の大きさ、文字高の2構成要素で差が大きい。高齢者では、塗潰し・枠線、文字高の2構成要素で差が大きい。

この、水準間の総合的なウェイトの差が大きな構成要素は、水準の変化がドライバーに大きな影響を与える構成要素であると考えられるので、これらの構成要素については、水準を固定することで、ドライバーが情報取得困難に陥る可能性を低減できると考えられる。

7. まとめ

本研究では、現在、図形情報板に関する規定が存在せず、図形情報板が多様化していることに着目し、名神高速道路上り線、草津JCT手前の図形情報板を対象に、DSを用いて室内走行実験を行なうことで、図形情報板のデザインの統一性に対する検討を行なった。「図形情報板のどの構成要素が図形情報板に求められる機能に影響を及ぼすか、および、その構成要素は機能の観点からどのような水準であれば良いか」という観点から、全被験者では、白地緑字、余白(大)、文字高(大)が、非高齢

者では、自路線直線型、道路線（太）、余白（大）、行き先表示（地名）、文字高（大）が、高齢者では、白地緑字、道路線（細）、余白（大）、文字高（大）、文字高（小）が現行よりも支持されることがわかった。つまり、余白（大）、文字高（大）は被験者の属性に関係なく支持されることがわかった。一方、塗潰し・枠線なしは被験者の属性に関係なく支持されないこともわかった。

また、各構成要素内の水準の総合的なウェイト差に着目した結果、図形情報板をデザインする上で、塗潰し・枠線、余白の大きさ、文字高という3つの構成要素の表記に特に留意するべきであるという知見を得た。

8. 今後の課題

本研究では、4章で述べた図形情報板の全ての構成要素、水準について検討しきれていない。得られた知見の一般性を検証するためにも、本研究で対象とした名神高速道路上り線・草津 JCT 以外の図形情報板を用いて、同様の実験を行なう必要がある。

さらに、本研究では、複数の構成要素の水準を同時に変更した場合の、相互作用に関する知見が得られていない。具体的な図形情報板のデザインに関する指針を得るためには、この知見を得るための追加実験を行なう必要がある。

9. 謝辞

本研究で実施した実験の一部は、公益財団法人三井住友海上福祉財団の2010年度研究助成によるものである。

また、本研究を行なうにあたりヒアリングにご協力頂いた、西日本高速道路株式会社関西支社保全サービス事業部交通計画グループおよび、株式会社キクテックの皆様に謝意を表します。

参考文献

- 1) 堀野定雄：人間工学から見た道路案内標識・サインのあり方，交通工学，Vol.45，No.3，pp.24-29，2010.
- 2) 堀野定雄：高速道路における道路案内標識の課題 - 人間工学からの提言 - ，人間生活工学，Vol.2，No.4，pp16-19，2001.
- 3) 堀野定雄・森みどり：高速道路の案内標識と交通安全，労働の科学 50 巻 5 号，pp.289-293，1995.
- 4) 刀根薫・眞鍋龍太郎：AHP 事例集，日科技連，1990.
- 5) 日本道路公団：設計要領第 5 集（交通安全施設・交通管理施設等）
- 6) 若林拓史・金山雅嗣：道路案内標識のあり方とドイツ・アウトバーンにおける経路誘導効果の定性的検証，土木計画学研究・講演集(CD-ROM)，Vol.36，Page.ROMBUNNO.134，2007.
- 7) 財) 高速道路技術センター：平成 15 年度高速道路の道路交通情報提供に関する検討報告書（1/2）
- 8) 飯田克弘・小島悠紀子・黒田孝志・兒玉崇：都市高速道路交通錯綜部における運転者の前方不注視と標識の関連性分析，交通工学研究発表会論文集(CD-ROM)，Vol.30，No.4，2010.
- 9) 飯田克弘・東佳史：工事規制区間におけるラバーコーン配置が車両挙動に及ぼす影響の分析，高速道路と自動車，Vol.52，No.5，pp.19-29，2009.
- 10) 福田亮子・佐久間美能留・中村悦男・福田忠彦：注視点の定義に関する実験的検討，人間工学，Vol.32，No.4，pp.197-204，1996.

(? 受付)

Basic examination to decide the guideline for the design of the information board using figures at expressways

Katsuhiko Iida, Hiroaki Sakamoto

At present, the design of the information board using figures is diversified because there is no regulation about information board using figures. From these backgrounds, this study conducted indoor driving experiment using driving simulator. The subject of the experiment is Kusatsu Junction on Meishin Expressway. As a result of the experiment, it turned out which level of components improves user evaluation. For example, it has been understood that the alternative with wide margin outside and the one with large character received high evaluation. Besides, the evaluation of the alternative has lowered that the decoration is not done to the route name. So, it was found that it is necessary to pay much attention to drawing three components mentioned above.