

図形情報板判読性の評価と影響要因分析*

Legibility Evaluation and Factors of Graphical Information Boards*

小根山裕**・磯田大輔***・鹿田成則****・大口敬*****

By Hiroyuki ONEYAMA**・Daisuke ISODA***・Shigenori SHIKATA****・Takashi OGUCHI*****

1. はじめに

高速道路上などに設置されている図形情報板（模式化された道路ネットワーク上に渋滞・混雑・事故等の情報が表示される情報板：図-4を参照）は、ネットワーク上の広範囲にわたる交通状況を提供できることから、交通の効果的な空間的分散を促すための有力な情報提供ツールとして期待されている。その一方、図形情報板は、動的な交通情報が付加された複雑な『路線図』を、運転中の負荷がかかった限られた時間内に認知、判読しなければならず、判読に当たっての運転者の負荷は相当大きいことが想定される。これは、駅などの案内地図や道路の案内標識とは大きく異なる点である。従って、今後の環状道路など高速道路ネットワークの整備進展に際し、より広範囲の情報を提供しようとしてむやみに提示範囲を広げても、運転者が判読できず無意味な情報となる可能性もある。図形情報板の設置に当たっては、運転者の判読性に配慮した適切な提示範囲、デザイン、情報量となるよう配慮する必要がある。

そこで本研究では、図形情報板の認知プロセスについて

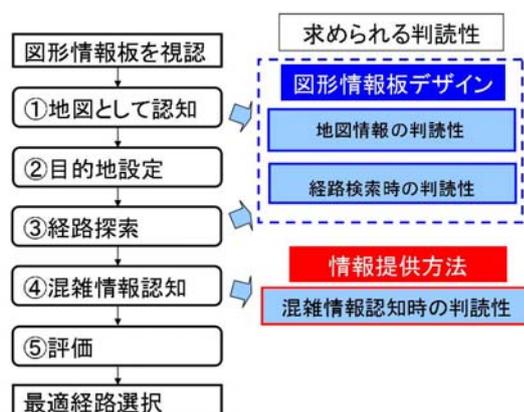


図-1 認知プロセスのフロー

整理するとともに、図形情報板の判読性に大きな影響を与えると考えられる図形情報板内の模式化された道路ネットワークの図形的性質に着目し、図形情報板の判読性を定量的に評価する手法の提案、及び判読性を規定する要因の抽出とその影響分析を行い、より適切な図形情報板の設計に向けた基礎的な知見を得ることを目的とする。

2. 図形情報板の認知・判断のプロセスを踏まえた本研究の位置づけ

図形情報板の一般的な認知、判断のプロセスを整理すると、概ね図-1のフローのようになるものと想定される。最初の段階で、図形情報板の表示範囲、現在地、路線や地点の位置関係など、図形情報板を「地図として認知」した上で、図形情報板上で目的地を認識・設定する必要がある。しかし、「地図情報の判読性」が低いために地図としての認知が有効にできないと、そもそも図形情報板から意味のある情報を読み取れない恐れがある。また、目的地を設定できたとしても、図形情報板上の現在位置から目的地までの経路がわかりにくい（＝「経路検索時の判読性」が低い）と、経路上の交通情報を読み取れないこととなる。本研究では、「地図情報の判読性」「経路検索時の判読性」といった図形情報板デザイン上の問題が図形情報板の判読性、ひいては最適な経路の選択に大きな影響を与えるものと仮定し、図形情報板デザインの観点から判読性に影響を与える要因を明らかにすることを試みる。なお、これまで図形情報板の判読性に着目した研究は少なく、ドライビングシミュレータ（以下、DSと略す）を用いた仮想実験により、図形情報板の認知特性を分析した事例¹⁾があるが、比較的単純な2経路のケースで、主に文字、路線記号等に注目した検討にとどまっている。

本研究では、「地図情報の判読性」「経路検索時の判読性」の2要素を分離して考える。そのため、まず動的な混雑情報を含まない図形情報板を対象として、上の2要素に対応した単純な画像提示実験を行い、判読性影響要因を抽出する。その上で、動的な混雑情報提供下における判読性影響要因の妥当性を検証するため、DSを用いた現実的条件下における実験を行い、経路選択行動への影響を分析する。なお、実験対象として首都高速道路上の図形情報板を用いる。

*キーワード：交通情報、交通制御、経路選択

**正員，博士（工学），首都大学東京大学院都市環境科学研究科（東京都八王子市南大沢1-1，TEL042-677-2780，FAX042-677-2772）

***正員，工修，東京都

****正員，工修，首都大学東京大学院都市環境科学研究科

*****正員，博士（工学），首都大学東京大学院都市環境科学研究科

3. 地図情報の判読性に関する分析

(1) 実験の概要

まず、「地図情報の判読性」のみに的を絞った分析をするため、提示した図形情報板の理解度を問う室内実験を実施した。実験対象は、首都高速道路に平成18年4月時点で設置されていた図形情報板（33枚）である。実験の流れは以下の通りである。まず、実験前に被験者に事前アンケートを行い、被験者属性（年齢、性別、自動車運転免許の有無、首都高速の運転経験など）および被験者の首都高速のランプ、路線に関する知識を回答させる。次に、PCの画面上に、実験対象の図形情報板を現在位置などの前提情報を示さずに順次提示し、被験者が表示されている図上の位置関係を理解したところで合図させ、理解に要した時間を測定する。合わせて、各々の図形情報板の判読しやすさを主観的に5段階で評価（1：判読しにくい～5：判読しやすい）させる。以降、この5段階評価値を『判読性評価値』という。

なお、上記の実験は、実際に運転中に図形情報板を視認する場合の条件とは大きく異なる。しかし、運転者の認知地図と図形情報板の地図を対応づけるプロセスは同じであること、理解するまでの時間を計測することで、被験者に心理的な負荷を与えていることなどから、本実験手法による判読性の評価は現実条件下における「地図情報の判読性」を再現しうるものと仮定している。

なお、実験の被験者は全部で9名であり、2名が運転経験、地理的知識量ともに豊富な30代以上の男性、4名は運転経験は浅いが地理的知識量は比較的多い20代男性、3名が運転経験、地理的知識量ともに浅い20代男性であった。

(2) 実験結果

まず、図形情報板に表示されている道路ネットワークに関する地理的知識量と判読性の関係について分析した。地理的知識量を表す指標として、『路線認知率』を定義した。これは、図形情報板上のネットワークの範囲に含まれる路線に関する事前アンケートの結果について、よく知っている=2点、知っているが自信はない=1点、知らない=0点

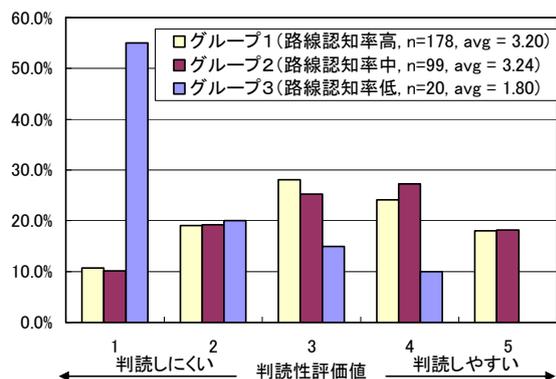


図-2 グループ毎の判読性評価値の頻度分布

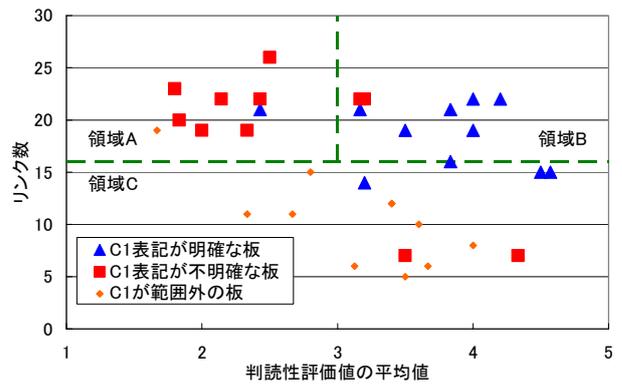


図-3 リンク数と判読性評価値の関係

として点数を求め、満点に対する被験者の得点割合を算出したものである。図-2は、路線認知率を3つのグループ（グループ1：路線認知率66.7%以上、グループ2：33.3%以上66.7%未満、グループ3：33.3%未満）に分類し、グループ毎に判読性評価値の頻度分布を示したものである。これを見ると、地理的知識量が少ないグループ3では判読性評価値が低い割合が高く、表示されている内容に対して地理的知識量が低い層の判読性は低いことがわかる。

上記を踏まえた上で、地理的知識量が多いグループ1のみを抽出し、図形情報板毎の判読性評価値の平均値を横軸に、図形情報板上のネットワークのリンク数を縦軸にプロットしたものを図-3に示す。ここで、図形上の特徴的要素として高速都心環状線（C1）の明示が重要な要素であると想定されることから、C1がネットワークに含まれる図面については『C1表記の明確さ』で分けて記載した。具体的には、①C1の全体像が描かれていること、②“C1”という路線名の表記があること、③C1のループがネットワーク上で最も大きなループとして描かれていること、の3条件を満たす場合を『C1表記が明確』であるとした。リンク数が多い、すなわちネットワーク規模が大きい場合でも、C1が明確に表記されていると判読しやすく、C1の標記が不明確だと判読しにくい様子が窺える。それぞれに該当する図形情報板の例を図-4に示す。

この結果は、C1のようなネットワーク上の特徴的要素の明示が、地名・路線等の位置関係を捉え、地図情報の判読を容易にするためには極めて重要であることを示している。これと同様の知見は認知科学や案内図に関する他の研究でも示されており、例えば、長尾ら²⁾は鉄道路線図の認知

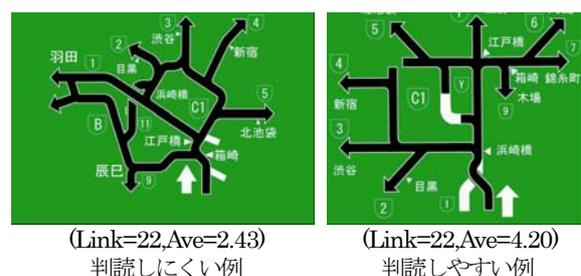


図-4 図形情報板の例

(Linkはリンク数、Aveは判読性評価値の平均値を表す)

にあたり、基軸（重要なエレメント）が重要な要素であることを指摘している。

今回はC1をネットワークの特徴的要素として分析したが、他にも中央環状線（C2）などの環状線や湾岸線などが特徴的な要素となりうるものと考えられる。実際に、ネットワーク上でどういった路線が特徴的要素として捉えられているのか、効果的な明示の方法等については今後の検討課題である。

4. 経路検索時の判読性に関する要因分析

(1) 実験の概要

「経路検索時の判読性」のみに的を絞った分析をするため、設定した図形情報板上の目的地に対する経路列挙のしやすさを問う室内実験を実施した。実験の流れは以下の通りである。まず、「地図情報の判読性」の実験で用いた33枚の図形情報板に対し、目的地を設定して計99パターンを作成する。設定された目的地は図形情報板上に目印（黄色丸）で示した（目的地の表示方法については図-6を参照）。次に、これらの図形情報板を順次提示し、被験者は設定された提示時間（1, 2, 4秒）内に、現在地から目的地までの到達可能経路を検索し、図形情報板上で到達可能な経路数を回答する。なお、実験の被験者は20歳代男性を中心として、提示時間1秒が20名、2秒が18名、4秒が17名であった。

(2) 実験結果

まず、選択可能経路数毎に正答率を見ると、選択可能経路数が3以上になると、極端に正答率が低下した。このことから、そもそも3経路以上存在する場合には、経路検索時の判読性は大きく低下することが窺える。

そこで、2経路の場合について分析すると、図形情報板によって正答率に大きな差があることがわかった。想定される判読性影響要因を質的変数で表現し、正答率を被説明変数として数量化理論I類にて分析を行った。提示時間=1秒のカテゴリースコアグラフを図-5に示す。影響要因として有意なものとして抽出されたのは「閉空間数」、「閉空間を分断する図形要素の有無」、「特殊な分合流部デザインの有無」であった（各々の説明は図-6を参照）。中でも、閉空間数が最も正答率に対する影響が大きく、閉空間数が2以上になると、正答率が大きく低下することが示された。

これらの結果は以下のように解釈できる。2経路の場合にはその2経路によって閉空間が形成されるが、この閉空間が容易に認識できると2経路が容易に判読できる。しかし、上記で抽出された影響要因はいずれも閉空間の認識を阻害する要因である。このような要因が存在し、経路を構成する閉空間の認識が阻害されると、目的地までの経路の認識が的確に行えず、結果として図形情報板を用いた経路

選択判断に影響を及ぼす可能性があるものと考えられる。特に、閉空間数が経路検索時の判読性に大きな影響を与えているということは、閉空間がいくつもできるような広範囲のネットワークを図形情報板上に含めても、判読できず情報として効果の低いものとなる可能性があることを示唆している。

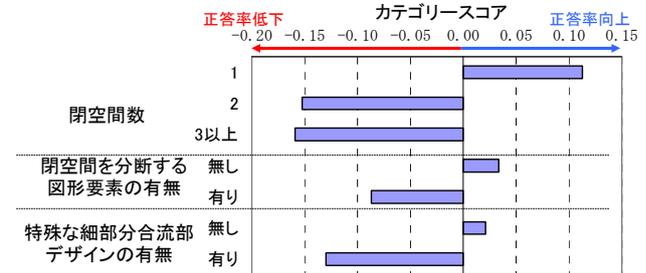


図-5 選択可能経路数=2本、提示時間=1秒の場合の分析結果（自由度修正済み $R^2=0.504$ ）



図-6 経路検索時の判読性に関する影響要因
(注：左2つの図中●印は設定された目的地を表す。)

5. ドライビングシミュレータを用いた妥当性検証実験

(1) 実験の概要

前章までに抽出した「地図情報の判読性」および「経路検索時の判読性」に関する影響要因について、現実的条件下における経路選択への影響という観点からの妥当性を検証するため、DSを用いた実験を行った。

まず、「地図情報の判読性」および「経路検索時の判読性」のそれぞれの観点から判読性が低いと評価された3枚の図形情報板を対象とする（以下、現行板という）。これらの図形情報板に対して、判読性を低下させる影響要因を踏まえ、提示範囲および表示デザインを改良した図形情報板（以下、改良板という）を作成した。また、図形情報板内に2経路存在するような目的地を設定する。その上で、いずれかの経路が明らかに旅行時間が短くなるように図形情報板上で交通状況を設定した。現行板、改良板および主な改良点を図-7に示す。

実験は、被験者が首都高速を走行していると仮定し、現在位置、進行方向、目的地等の情報を伝える。被験者は走行中に提示される図形情報板を視認し、図形情報板中の交

通情報に基づき最も旅行時間が短い経路を選択し、経路選択結果とその判断理由を回答する。また、経路選択の容易さに関する主観的評価を5段階評価値（経路選択しにくい：1～経路選択しやすい：5，以下「経路選択容易性評価値」という）で回答する。これらの手順を対象図形情報板全てについて実施する。なお、被験者は20歳代の男性を中心とする8人であった。

	現行板	改良板	改良点
1	<p>現在位置：江北橋→目的地：有明</p>		C1, C2 など特徴的要素の明確化
2	<p>現在位置：呉服橋→目的地：浦安</p>		提示範囲を狭め、閉空間数を減少
3	<p>現在位置：京浜大橋→目的地：北池袋</p>		C1 の明確化、閉空間数を減少

図-7 実験対象板と主な改良点

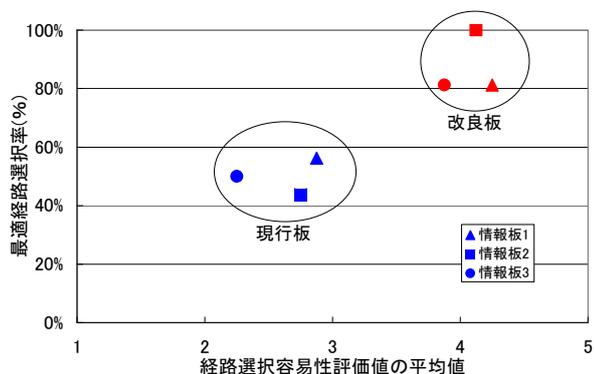


図-8 DS実験による現行板と改良板の判読性比較

(2) 実験結果

実験結果の分析には、主観的評価指標として「経路選択容易性評価値の平均値（全被験者の経路選択容易性評価値を各図形情報板について平均化したもの）」、客観的評価指標として「最適経路選択率（全被験者のうち、最適経路を選択できた割合）」を算出した。

現行板と改良板について、経路選択容易性評価値の平均値と最適経路選択率の関係をプロットしたものを図-8に示す。いずれの指標についても、現行板に対して改良板の方が大きく改善しており、運転者の主観的にも判読しやすくなっていると同時に、客観的にもより最適な経路が選択されていることが示された。この結果は、実験的条件下で情報の有無を考慮せずに抽出された「地図情報」および「経路検索性」のそれぞれに関する判読性影響要因が、現実的

状況下における経路選択に対しても影響要因となっていることを支持するものである。すなわち、複雑で判読しにくい図形情報板についても、判読性影響要因を改良することで判読性が大きく向上し、効果的な経路選択に寄与する可能性がある。

一方、ここでは判読性の観点から図形情報板デザインの改良を行ったものであり、必ずしも運転者ニーズや交通流動特性などを踏まえたものではない。特に、図-7のケース2, 3では判読性を向上させるために提示範囲を狭くすることによって判読性の向上を図っており、これが運転者ニーズの観点から妥当なものであるかは別途検討する必要がある。

6. まとめ

本研究では図形情報板の判読性に影響を与える要因を「地図情報」および「経路検索性」に分けて抽出し、それぞれ「ネットワーク上の特徴的要素の明確化」と「経路を構成する閉空間の明確化」が重要であることを示した。また、これらの影響要因が、動的な交通情報が提供下でも経路選択のしやすさに影響を与えることを、DS実験にて確認した。その結果が示すように、図形情報板の提示範囲がある程度広がっても、デザイン上の工夫で判読性を向上できる可能性はある。しかし、実際にはデザイン上の工夫にも限界があり、判読性を考慮せずにやみくもに提示範囲を広くしても、運転者が判読不能で提供情報が有効に利用されない危険性は高いと思われる。デザイン上の工夫とともに適切な提示範囲のあり方についても今後検討する必要がある。その上で、ネットワーク上の広域情報を提供可能な図形情報板のメリットを最大限に生かしつつ、他の情報提供手段も含めて運転者にとってより有効な情報を提供する方法を模索する必要がある。

今回は被験者数が十分ではなく、断定的結論を導くには危険な部分も多い。また、被験者の個人属性の要因も考慮されていない。今後、これらの要因も考慮しつつ一定数の被験者を確保して実験を行い、より詳細に分析を行う必要がある。

謝辞

図形情報板のデザインに関するデータを提供頂いた首都高速道路(株)にこの場を借りて謝意を表す。

参考文献

- (財) 高速道路技術センター：高速道路の道路交通情報提供に関する検討報告書，2004. 3
- 長尾，芥田，柴田，馬：鉄道路線図の成り立ちと検索性に優れた位相図化について—鉄道路線図位相図化・デザイン方法の研究(1)，デザイン学研究，Vol. 48, No. 5, pp. 55-64, 2002. 1