

ドライビングシミュレータを用いた室内実験によるジャンクション案内標識の評価 The Estimation of Guide Sign on Junction using Driving Simulator

飯田克弘* 森 康男** 金 鍾旻*** 小池 淳***

By Katsuhiro IIDA, Yasuo MORI, Jongmin KIM, Jun KOIKE

1. はじめに

高速道路の供用延長拡大およびネットワークの進展に伴って、路線の結節点であるジャンクション(JCT)の数も増加しつつある。特に最近供用されたJCTおよび今後建設が予定されているJCTの中には、インターチェンジを含む形態や3路線以上を接続させる形態をはじめとする複雑な構造を持つものが多く見られる。

一般に複雑な構造を持つJCTにおいては、運転者に対して安全かつ明解な案内表示が望まれる。しかし、現在のJH設計要領¹⁾には、上述したJCTにおける案内標識について、「3枝分岐の考え方を基本とする」とあるのみで、詳細な設置方法やデザインに関する記述は見られない。このため、現状の対策は基本的に案内標識の設置枚数を増加させ、より多くの情報を運転者に提示するものとなっている。

ところで、一般に標識の数や内容などの情報が多くなった場合、運転者は走行中に必要な情報を判別・認識することが困難となる。この結果、運転者は混乱し、先行車への追突をはじめとする交通問題を引き起こすと指摘されている²⁾。

以上のことから、本研究では、垂水JCTをケーススタディの対象として、ドライビングシミュレータを用いた室内実験によって、まず案内標識の設置枚数の増加が運転者行動に与える影響を評価する。次に、運転行動上の問題点の改善をねらいとした代替案を、案内標識の基本的な構成要素(色・文字高・矢印の本数・ピクトグラムの有無・提示枚数)の観点から作成し、評価する。

2. 室内実験による運転者行動の調査

本研究ではドライビングシミュレータを用いた室内実験システムによって運転者行動を調査した。ここで室内実験の場合は収集した運転行動データの再現性が重要になるが、著者らはすでに、トンネル進入部にお

いて、室内実験の再現性を検討し、運転者の注視行動や速度低下行動について再現性があることを確認している³⁾。この点から、注視行動や速度低下行動が分析の焦点となる本研究において、このシステムは適用可能と考えた。図-1に本実験システムの構成を示す。

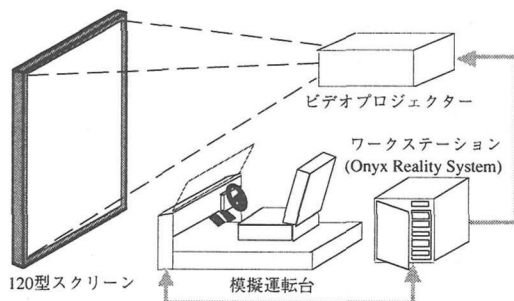


図-1 室内実験システムの構成図

3. 実験の概要

(1) 実験区間の構築

実験対象である垂水JCTは、図-2に示すように、4方向からの進入が可能なJCTであるが、本実験では提示する標識の内容により、1回の走行につき、阪神高速道路湾岸線分岐手前1.2km～分岐直後の区間(区間Aとする)と、神戸淡路鳴門自動車道・淡路方面からの区間(区間Bとする)のいずれかを想定して実験を行った。

実際、本実験で用いた実験区間のCGは、現地走行により撮影したビデオおよび垂水JCTの設計図・標識配置計画図などを用いて区

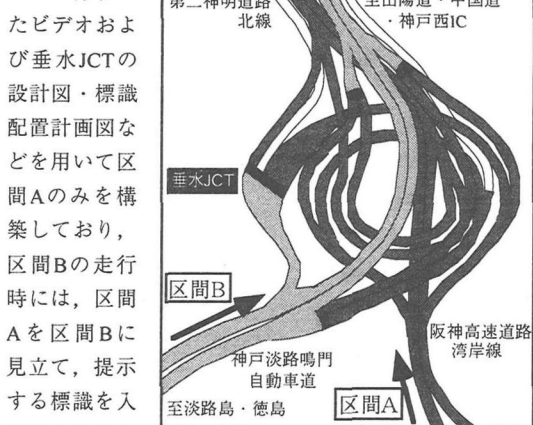


図-2 垂水JCT内の実験区間

キーワード：交通情報、交通管理、交通安全

*正会員 博士(工) 大阪大学大学院工学研究科

**正会員 工博 大阪大学大学院工学研究科

***学生会員 大阪大学大学院工学研究科

(〒565-0871 大阪府吹田市山田丘2-1 TEL06-6879-7611)

で対応した。また、本来は分岐点手前2kmから標識が設置されているが、CGモデルを生成するワークステーションの性能を考慮して、分岐点手前400mと分岐点のみに標識を設置し、このうち、分岐点手前400mの標識を評価対象とした。

提示する標識は、現状の標識および代替案として、9種類を用意した(図-3)。各標識の図案および詳細については次章で説明する。

(2) 被験者および実験方法

まず、被験者には実験前に簡単な視力検査を行い、両眼視力が0.7以上であることを条件とした。この結果、被験者は20代の男子20名となった。さらに、全被験者に、垂水JCTの位置および接続する路線・主要な地名に関する同質な事前情報を与えるために、垂水JCT周辺的高速道路図と淡路S.Aにて配布されているルートマップを実験前に配付した。

実験では各走行を開始する前に、事前に配布した高速道路図と同じものを被験者に見せながら、走行開始地点と目的地を指定した。ここで、指定する目的地は標識に記載されている地名とせず、地図に記載されているインターチェンジ(IC)またはランプ名として、走行ごとに変えている。一方、提示するCGでも、案内標識の目的地名を地名が持つ知名度や地理的な方角を考慮しながら、各実験走行ごとに変えている(図-3参照)。これは、被験者が同標識を繰り返し見ること、標識の内容を記憶することを防ぐためである。さらに、代替案の提示順序も、実験結果の偏りを防ぐため、被験者ごとに変えている。

データの収集については、被験者に分岐400m手前の標識を発見した地点で、ハンドル備え付けのボタンを押し、さらに標識の内容を判読した地点においても同様の操作をするように指示し、この状況を8mmカメラで撮影した。また被験者が取った進路も記録した。

ここで、車両速度、アクセル・ブレーキ使用量についてはドライビングシミュレータに自動的に記録される。さらに、アイマクレコーダにより記録されたビデオ映像を解析することで、運転者の注視点を抽出し、注視点が標識上あるいはその周辺に0.5秒以上停留し始めた地点(判読開始地点)を測定した。次に、視認点、判読地点については上述したボタン操作の時点をも8mmビデオから測定した。なお、視認点、判読地点等、本研究で用いる主な語句、その概念は図-4に示す通りである。

4. 代替案の作成方針

(1) 案内標識の構成要素に関する考察

ここでは、案内標識の構成要素(色・文字高・矢印の本数・ピクトグラムの有無・提示枚数)が標識の見えやすさや読みやすさなどに与える影響を考察し、代替案の作成方針を整理する。

(a) 標識の色に関する考察

高速道路に使用されている案内標識の色は、原則的に緑地に白文字を使用することになっている。しかし、垂水JCTでは、一般道への出口案内標識を青地にするものや、路線名部分を白地・緑文字にするものなど、この原則に対応しないものが多く見られる。本研究ではこの効果について検討を行うための代替案を作成する。

(b) 文字高に関する考察

現状の高速道路における案内標識は、その文字高を50cmとするのが一般的であり、標識板の大きさもこれに合わせて設計されている。高速道路の文字高を対象とした既往の研究例は少なく、標識の文字高を70cmに大きくした場合、判読性が向上することが報告されている⁹⁾。しかし、この結果は漢字1文字による走行実験によって分析させているため、本研究では標識全体での検討を行う。

(c) 矢印に関する考察

案内標識の矢印は、基本的に分岐方向を示す情報として提示されている。JCTでは基本的に1地点で1回の判断が原則であるが、堀野らはJCTの分岐構造が複雑な場合、1地点で2回の判断を示唆する矢印が有効であることを報告している²⁾。現状の設計要領では分岐構造が複雑なJCTにおける矢印を用いた分岐案内について詳細な記述がないため、堀野らの指摘を確認するための代替案を作成する。

(d) ピクトグラムに関する考察

案内標識のピクトグラム(絵文字)は、目的地名の特色を絵で示し、運転者が目的地情報を容易に理解できるように提示されている。しかし、ピクトグラムの意図が運転者に伝わらない場合は、運転者が混乱を引き起こす原因となるなど、問題点が生じる。この点に着目し、ピクトグラムの有無による効果を確認するための代替案を作成する。

(e) 情報の集約化に関する考察

上述したようにJCTの分岐情報が増加する場合、標識の枚数を増加させる方式がとられているが、運転者により多くの注視点移動を強いる可能性がある。このため、分岐情報を集約した場合の効果について検討するための代替案を作成する。

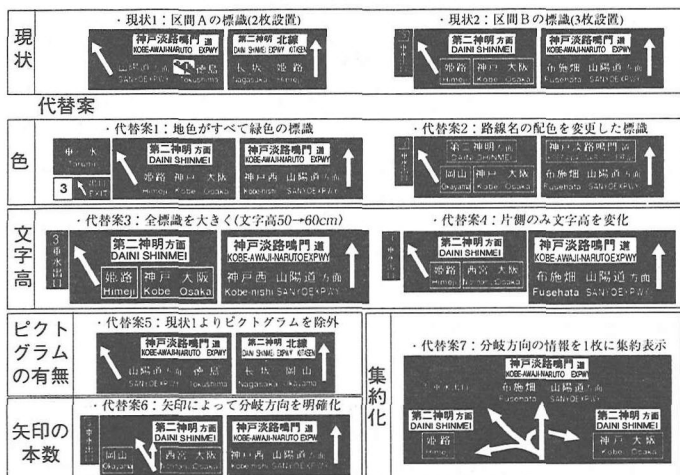


図-3 作成した案内標識

(2) 作成した案内標識の概要

以上の考察に基づき、図-3に示す通り実験で用いる標識のCGを作成した。

(a) 現状の標識

これは、3.(1)に説明した区間A・区間Bの分岐手前400mで設置されている標識である。この標識は設置枚数の増加による運転者行動の分析およびその他の代替案の相対的な評価対象として用いる。

(b) 代替案

代替案は「集約化」以外、現状の標識の構成要素のうち、それぞれ1つの要素を変更したものである。分析では、代替案5のみ現状1の標識と比較するが、それ以外の代替案は現状2の標識と比較する。

- ・色：代替案1は垂水JCTに使われている目的地名の色枠と出口案内標識を、また代替案2は路線名の色を、設計要領の通り作成した標識である。
- ・文字高：代替案3は全ての標識で文字高を現状より2割大きくした(60cm)標識であり、代替案4は本線のみ2割大きくした標識である。
- ・ピクトグラムの有無：代替案5はピクトグラムの効果を調べるために、現状1の標識からピクトグラムを除外した標識である。
- ・矢印の本数：代替案6は2回目分岐点の分岐情報を矢印によって追加した標識である。
- ・集約化：代替案7は全ての分岐情報を1枚に集約化した標識である。

5. 評価指標の構築方針

(1) 従来の評価指標に関する考察

従来の案内標識の評価では、標識からその内容を

み終えた地点までの距離(判読距離)が評価指標として用いられており、これは文字高と走行速度、文字種類、漢字画数の要素から規定されている¹⁾。ここで、分岐案内標識、特に提示される地名の数などの情報が多い標識では、その内容の判読により長い時間を要するが、現状の設計要領ではこれについて言及されていない。すなわち、上記のような視点から案内標識の評価を行うためには、標識内容の判読に要する時間を評価指標として取り入れることが必要である。

また、前述した通りに案内標識の判読時における速度低下の発生が指摘されているが、現状の設計要領等ではこれについても言及していない。このような速度低下は交通安全上重要な問題であると考え、本研究では判読時の速度低下を標識の評価指標として用いることにする。

(2) 本研究で用いた評価指標

以上の考察から、本研究では以下の評価指標を用いることとした。またその概念は図-4に示す通りである。

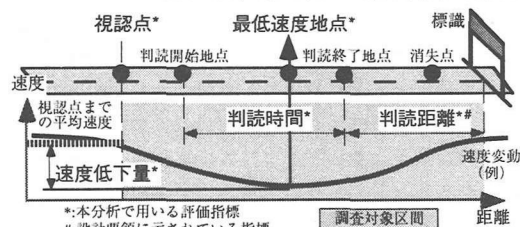


図-4 案内標識に対する運転者行動および評価指標

(a) 見えやすさ(視認性)を表す指標

- ・視認点(m)：標識の発見地点から標識までの距離

(b) 読みやすさ(判読性)を表す指標

- ・判読距離(m)：判読終了地点から標識までの距離
- ・最低速度地点(m)：運転者が視認点から標識までの間に最も速度を低下させた地点

(c) 迷走の起こりやすさを表す指標

- ・判読時間(秒)：標識の判読開始から判読終了までの時間。ここでは前述した判読開始地点から判読地点までの所要時間を判読時間とした。

- ・速度低下量(km/h)：走行開始から視認点までの区間における平均速度と最低速度地点における速度との差。一般的に標識の情報が多くなると、運転者は標識を判読しようとして、速度を低下させると考えられる。

(d) 被験者の取った分岐方向の正誤

6. 分析結果

(1)被験者の分岐方向の正誤

現状の標識および各代替案を提示した場合における、分岐方向を正しく選択できた人数の割合を図-5に示す。

まず、現状1と現状2の標識を比較してみると、標識枚数が増加した場合は、分岐方向を正しく選択した人数が減少し、方向選択の誤りが発生しやすい傾向にある。次に、各代替案を現状と比較してみると、代替案1・7を除いて方向選択の誤りは減少した。特に分岐方向を矢印によって追加した代替案6は、すべての被験者が正確に分岐方向を選んでいる。この代替案は、現状に比べて矢印を追加したことによって情報が増加している。しかし、本実験の結果は、提供する情報の内容によっては運転者の方向選択の誤りを低減できる効果があることを示しており、これは堀野らが示した結果²⁾と一致する。逆に、全ての分岐情報を集約化した代替案7は運転者の方向選択の誤りを誘発する可能性があることが分かった。

(2)評価指標による各代替案の改善効果

各代替案の評価指標別の効果を表-1に示す。まず、代替案1・2・5についてみると、代替案1・5は判読距離の平均値で若干改善の傾向が見られるが、迷走防止の効果に着目すると結果はむしろ悪化している。つまり、現状の標識で使用されている目的地名の色枠と出口案内の青地標識やピクトグラムは運転者の迷走防止に効果があると考えられる。一方で、路線名の配色を設計要領の通りとした代替案2では、ほとんどの項目で改善が見られる。これは白地に緑文字の場合、目の錯覚により路線名が実際より小さく見えてしまう「色の侵食現象」³⁾による影響が一因として考えられる。

次に、文字高を変更した代替案3・4はほぼすべての指標で改善効果が現れた。つまり、標識の文字高の拡大は、本来ねらいとした視認性の改善に加えて、判読性および迷走防止にも改善効果が期待できると考えら

れる。

さらに、2回目分岐点の分岐情報を矢印によって追加した代替案6は特に迷走防止に効果があることが判明した。逆に、情報を集約して表示した代替案7は視認性・判読性の指標で微少な改善効果が現れているが、速度低下量が他の代替案に比べても悪化していることから、複雑なJCTの場合、分岐点手前における情報の集約化は注意が必要であると考えられる。

7. おわりに

本研究は複雑な構造を持つJCTである垂水JCTをケーススタディの対象として、案内標識の設置枚数と運転者行動との関係を調査すると同時に、案内標識の基本的な構成要素の観点からの代替案を作成・評価した。その結果、現在垂水JCTで採用されている案内標識は、目的地名の色枠や出口案内における青地の採用、ピクトグラムを用いた点に、設計要領に規定された標識に比べ視認性・判読性・迷走防止の面で優れている点を持っているが、文字高の拡大や分岐案内の表示方法など、いくつか改善の余地があると考えられる。

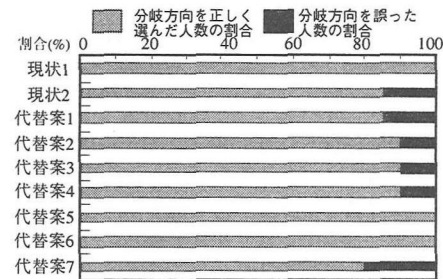
また、本研究では各々の評価指標を独立して評価を行っていたが、代替案を評価するために各評価指標間の関連性を考慮した総合的な指標を構築することが今後の課題となる。

【謝辞】

本研究を進めるにあたり多大なご協力をいただいた日本道路公団・大阪建設局に感謝の意を表します。

【参考文献】

- 1) 日本道路公団：設計要領第5集，pp83-92，1989。
- 2) 堀野定雄：なぜ見える，なぜ見えない，照明学会誌，第82巻，第3号，pp185-190，1998。
- 3) 飯田ら：バーチャルリアリティシミュレーションによる室内実験システムとその再現性の検討—高速道路トンネル進入部への適用—，土木計画学研究・講演集No21(1)，pp507-510，1998.11。
- 4) 交通工学研究会：平成8年度 標識の視認性に関する検討，報告書，1997.2。
- 5) 人間工学ハンドブック，pp115-123，1974。



注) 代替案5は現状の2枚設置標識の代替案である。

図-5 各走行別の分岐方向の正誤率

表-1 代替案別・各評価指標の変化

	判読距離(m)	最低速度地点(m)	視認点(m)	判読時間(秒)	速度低下量(km/h)
代替案1：現状3枚 地色を白へ変更	-3.1 -18.6	+18.8		+1.3 +0.5	+1.4 +2.4
代替案2：現状3枚 路線名部分配色変更	+12.4 +19.5	+12.3		-0.1 -0.1	+1.4 +1.9
代替案3：現状3枚 文字高2割拡大	+8.4 -17.3	+31.0	+3.6 -13.0	-0.7 -0.8	0.0 +0.9
代替案4：現状3枚 片側の文字高のみ拡大	+18.6 +14.8	-2.95	+4.5 -11.0	-0.6 -0.3	+2.6 +3.5
代替案5：現状3枚 ピクトグラム除外	-0.9 +25.8	+22.2		+0.4 -0.2	+2.3 +5.6
代替案6：現状3枚 矢印の追加	-3.8 -11.1	-11.2		-0.7 -1.4	-0.3 +3.2
代替案7：現状3枚 情報の集約表示	-0.5 +2.0	+16.4	+12.3 +3.0	+0.1 -0.3	+1.5 +6.2

注) 各評価指標の左側は平均値の差であり、右側は85%タイル値の差である。なお、最低速度地点の85%タイル値は、ほとんどが標識直下(0m)となったため、ここでは省略した。

注) 代替案1, 2, 5は設計要領の基準に従って作成したものである。

注) 代替案の効果が見られた項目について網掛けを行っている。