

認知モデルによる踏切標識類のデザインと評価手法の研究*

Study on crossing design and evaluation method based on cognitive model*

福田 久治**・井上 貴文***

By Hisaji FUKUDA**・Takafumi INOUE***

1. はじめに

本研究では、道路交通の中の踏切という全体的な視点から踏切標識類デザインのあり方を提案するという観点に立ち、通行者の踏切接近から通過までの、踏切および標識に対する認知や行動に関する情報処理過程に着目し、効果的な標識デザインのあり方を検討している。

ここでは、踏切通行に関する情報処理過程モデル、標識デザインコンセプトと基本デザイン案、配置方法の標準化および評価手法等について述べる。

2 踏切認知に関する情報処理過程モデル

視認性を「見えやすさ」と定義し、その下位概念として誘目性と判読性があると考えた。ここで、誘目性は「背景の中にある対象の目立ちやすさ」、判読性は「文字あるいは図形から情報を認識することの容易さ」と定義する。

我々が自動車などを運転し、踏切を通行する際には、まず踏切の存在を認知し（踏切が先にあることを知り）、次に踏切の場所を認知し（自分と踏切との位置関係を把握し）、踏切の前で一時停止できるような準備をしている。このような踏切の認知に関するドライバーの心の働きを、コンピュータにおける情報処理過程になぞらえてモデル化した。

ドライバーは、最初に、踏切予告標識類に対して「誘目」され、そして標識内容を「判読」する。遠くから「何かの標識がある」とわかる状態が誘目された状態で、「その標識が踏切の予告標識だ」とわ

かった状態が判読した状態である。それによって、踏切の存在の認知が行われる。次の段階では、同様に踏切施設そのものを視認（誘目＋判読）し、踏切の場所の認知が行われる。

いずれかの段階で十分な認知が行われなければ、踏切で一時停止できる可能性は低くなってしまう。

3 新しい踏切標識類デザインの考え方

上のモデルに基づいて、踏切標識類の視認性を向上させるための基本デザインコンセプトを「道路交通と連携した踏切標識・標示」とし、具体的には次の2点にまとめる。

- 1)「道路交通の中の踏切」の観点から、交通標識としての統一感を出す。また、踏切標識だけでなく、予告標識・路面標示等を含めて、総合的に捉える。
- 2)工業デザインとして、標準化と特徴化（個別化）を進めることにより機能性を高め、かつ、無駄を排除したものとする。また、現代感覚にマッチしたものとする。

上記基本デザインコンセプトに基づいて実際のデザインを作成するためには、標識情報の機能を分析し、さらに踏切の特徴に応じて標識類のデザインや配置方法等を検討することが重要である。

(1) 標識情報の機能の分析と標識の分類

標識の持つ情報は、通行者に働きかけて、速度を制限したり、注意を促したりする機能を有している。踏切標識類もそれぞれ異なった機能を持っており、これに基づいて、機能ごとに標識を整理することができる。

整理された標識の各々の機能を発揮させるためには、各情報の重要度を評価し、標識にメリハリを付

*キーワード：システム分析、情報処理、踏切標識デザイン、交通安全

*正員、理博、(財)鉄道総合技術研究所
(東京都国分寺市光町2-8-38)
TEL 042-573-7346、FAX 042-573-7345

***心修、同上

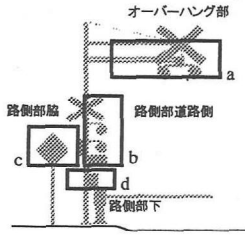


図1 踏切標識類の提示位置の概念

ける必要がある。また、各機能に対応して、情報を伝えるべき踏切からの距離を評価することも必要となる。これらの視点から標識類を分類した結果が、表1である。なお、表には各分類について、踏切のどこに標識類を提示すべきかについても併記している（枠内下部右詰め太字部分）が、これは図1と対応している。

表1 踏切標識類の視認すべき距離と重要度から見た分類（自動車等）

重要度 距離	基本	補助	付带的
最も遠くから視認	クロスマーク 警報灯（点滅） 踏切シルエット* 踏切ありを示す道路標識(ト) オーバーハング部 路側部の道路側	踏切注意灯** 同左	交差規制情報(ト) 同左
遠くから視認	警報灯（点滅） 遮断かん（降下状態） 踏切注意標（サイン、電柱） オーバーハング部 路側部の道路側	 同左	止まれ標識*** 高さ制限標識**** 同左 路側部路
踏切進入時に視認	警報灯（点滅） 警報音***** 遮断かん（降下状態） 出口の位置 踏切注意標（サイン、電柱） クロスマーク（歩行者等用） 路側部の道路側 出口側（両面）	 同左	一旦停止線(ト) 高さ制限標識 同左 路側部の道路側
停車中にのみ視認	列車方向指示器 路側部道路側、脇、下部	非常ボタン 故障表示 踏切名称・連絡先 同左 踏切内	違反防止コメント （例：くぐるな） 同左 踏切内

(ト)：道路側の管理標識を示す。鉄道側が同様の標識を設置する場合には付带的となる
*：踏切全体の様子。個々の要素は分からなくても、「踏切がある」という認知は可能
**：夜間、LEDの点滅により踏切への注意を促す装置。一部で利用されている
***：一旦停止を促すための標識・看板の類。一部で利用されている
****：踏切注意標に含まれている機能を独立させた。高さ4.5mは一般の道路限界と同じ
*****：視覚的には捉えられないが、参考のために入れている

(2) 配置方法

道路上に点々と設置できる道路標識と違い、踏切では表1に示した多くの標識類を踏切という一地点に集中して表示させざるを得ない。そのため、ドライバーにとっては、見るべき情報が多くなり負担が大きい。そこで、重要な情報を適切な距離で視認で

きるように配置する必要が生じる。標識類の配置方法は、以下の3つの視点が重要である。

- ・他の施設に遮蔽されない（十分な距離から確認できる）
- ・通行者の視野の中心近くに提示する
- ・情報過多にならないように、メリハリをつける

4 踏切標識類デザイン案の作成

(1) 踏切標識類の基本デザイン

踏切標識類の基本デザインは、踏切であることを示す踏切警標（クロスマーク）部、列車接近中や警報中であることを示す警報灯部、高さ制限等の注意を促す注意標識部、その他より構成されている（図2）。

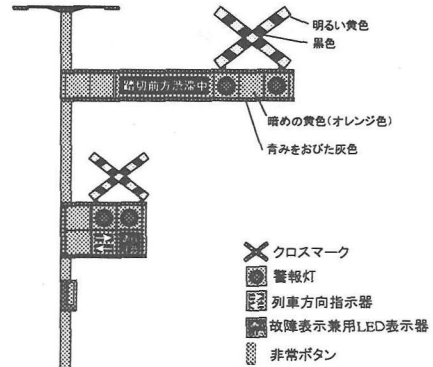


図2 踏切標識類の基本デザイン

クロスマークについては中央黄色・4つの腕にそれぞれ2本の黒線のあるデザインを採用した。色については、クロスマークに明るい黄色を用いて視認性を上げ、その他の設備については、むしろ必要以上の刺激が生じないように、汚れが目立たないように暗めの色とした。

従来のものに比べて、

- 標識情報の機能分析に基づいて機能を絞り込み、各種の標識を一体化し、シンプルなものにした。これにより多くの標識や表示が乱立している状況に対して、標識の統廃合に役立てることができる。
- 機能的に重要度の高いものを出来るだけ中央に、遠方から目立つ必要があるものはできるだけ高い位置に配置した。

c) 標識類デザインはモジュール構成を持っている。単位モジュールの大きさは400mm×400mmであり、この正方形を組み合わせることで、多様な標識が構成される。モジュール化することにより、デザインが標準化され、全体的な統一感を持たせながら多様な造形展開が可能なこと、規格化されることで製造・管理・運搬等が容易になること、設置後の仕様変更（撤去、交換、追加、修正等）が容易になる等の利点がある。

等の多くの有用な特徴を持っている。

(2) 路面標示、予告標識の基本デザイン

路面標示として、踏切の入口部分、出口部分、踏切の中央ラインと道端ライン、踏切までの距離を示すラインおよび文字、踏切の情報であることを示すクロスマークをデザインした（図3）。入口部のクロスマークは一旦停止を促すことを狙ったものである。出口側は車一台程度の空間を黄色で全面塗装し、出口側の空きスペースを意識させた。

また、踏切予告標識を図3の左端に示した。

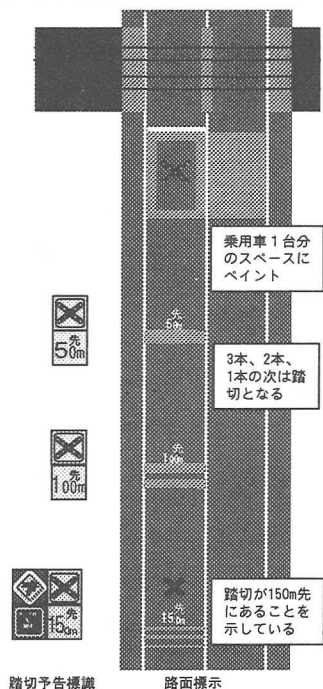


図3 踏切予告標識と路面標示

5 視認性評価手法の開発

標識の視認性を評価する手法は様々ある。視認距離を算出するもの¹⁾、知覚反応時間を測定するもの²⁾、主観的な評価³⁾によるものなどが代表的な手法である。また、標識を試行的に設置し、一般通行者の行動（左右を見る行動、接近速度が変化するかなど）を観察する手法もある⁴⁾。

本研究において求められる視認性評価手法は、①誘目性と判読性を分離して評価できること、②比較的容易に踏切標識類を評価できること、が望ましい。

(1) 視認距離測定手法

この手法は、視認性を距離によって測定するものであり、評価基準として、誘目性と判読性を用いる。誘目性は「踏切からどの程度離れた距離から標識が見えるか」（発見距離）を示し、判読性は「どの程度離れた距離から標識が読めるか」（確認距離）を示すものとした。

実際の踏切において距離を評定する際には、車に乗って評価する手法は手間が掛かり過ぎるため歩道上での評定とした。

評定は、踏切全体について行うこともできるし、クロスマークなど個々の標識ごとに行うこともできる。

(2) 視認距離評価手法の適用結果

踏切の右脇電柱に設置されている高さ制限を示す踏切の標識と、それを覆うように仮設した道路標識（止まれ）について、15名の被験者（視力0.7以上）が評価を行った。前者の評価と、後者の評価については異なった日に行ったが、天気、時間等はほぼ同じであった。

表2に、各標識の平均評定距離を示す。標識と評価の2要因の分散分析を行ったところ、各主効果

表2 各標識の平均評定距離と標準偏差

標識	高さ制限踏切標識	止まれ標識
発見距離m	136.7(32.9)	151.3(33.6)
確認距離m	31.0(11.1)	74.0(19.2)

($p<0.01$)および交互作用($p<0.05$)が有意であった。そして、高さ制限踏切標識の判読性が低いことがわかった。

(3) 反応時間測定手法

上記の視認距離測定手法では、踏切を発見する過程、すなわち誘目性の特に初期の段階が正しく評価できないと考えられた。そこで、実験室内において、踏切を見てからそれを見えるまでの反応時間を測定する手法を採用した。

実験装置は、道路状況を映すプロジェクターと、評価者の反応を測定するボタンを、パソコンによりコントロールするシステムである。

提示するスライドは評価対象とする踏切へ通じる道路の左側の歩道から撮影したものである。踏切を撮影したスライドと、踏切の写っていないスライドを用意する。

評価者は、提示される道路について予備知識のない運転免許保有者を用いる。

手順は以下の通りである。評価者は、自分が運転しているつもりになり、提示されたスライドを観察する。そして、運転に重要な情報をできるだけ速く見つけて、ボタンを押す(反応速度の測定)。その後、スライドは消えるので、見つけた情報を実験者に説明する(1度に1つの情報しか報告できない)。

説明が終わったら、再び、同じスライドを提示し、次に重要な情報について、すばやく見つける。見るべき情報がなくなるまで、これを繰り返し、次のスライドに移る。

各スライドごとに、踏切(あるいは標識)報告までの反応時間を累積し、誘目性の指標とする。たとえば、改善前の踏切と改善後の踏切を同じように撮影したスライド間で反応時間を比較し、それが短くなっていれば、誘目性が向上したことが証明されることになる。

(4) 反応時間評価手法の適用結果

スライドは4枚(スライド1~3は踏切あり、4は踏切なし)、運転免許を持つ8名の被験者を用いて、踏切間の比較を行った。

表3に、各スライドにおける踏切関連標識に対する平均反応速度と標準偏差を示した(スライド4に

ついては、省いた)。反応時間の対数値によって、分散分析を行ったところ有意な差が見られ($p<0.01$)、スライド3が1および2よりも、反応時間が長いことがわかった($p<0.05$)。

表3 各スライドの踏切関連標識に対する反応時間

スライド	平均 (ms)	S D	平均 (対数値)	S D
1	1379	781	3.076	0.256
2	2204	1234	3.266	0.303
3	7161	7263	3.716	0.355

6 おわりに

「道路交通の全体の流れの中に位置する踏切」という認識のもとに「踏切視認性向上」のための標識デザインのあり方を検討し、踏切認知に関する認知モデル、踏切標識類基本デザインと踏切特徴を考慮した配置方法の標準化を提案した。また、視認性評価手法を開発し、実際の踏切や室内実験を行いその有効性を確認した。

今後の課題として、ヒューマンエラーを未然に防止する立場からのみならず、事故発生時等の異常時における通行者の認知や行動について検討を進め、エラーが生じた後に事故につながることを防止する立場からの検討を行うことが挙げられる。

文献

- 1)野作哲弘, 河野英一: 案内標識の視認性に関する研究, 高速道路と自動車, 31(3), pp37-46, 1988
- 2)Ellis, J.G., Dewar, R.E. and Milloy, D.G.: An Evaluation of Six Configurations of the Railway Crossbuck sign, Ergonomics, Vol.23, No.4, pp359-367, 1980
- 3)日本鉄道電気技術協会: 平成5年度運輸省委託研究 踏切事故の分析調査および踏切視認性向上に関する研究, 1994
- 4)Coleman, J., Koziol, J. S., Jr., and Mengert, P.H.: Railroad Grade Crossing Passive Signing Study—Phase 2, Public Roads, Vol.42, No.4, pp128-135, 1979