

C G を用いた案内標識の判読性評価 *

Evaluation of Guide Sign Decipherment with Computer Graphics *

木村一裕*2・清水浩志郎*3・末岡真純*4・伊藤元一*5

Kazuhiro KIMURA *2, Koshiro SHIMIZU *3, Masumi SUEOKA *4, Motokazu ITO *5

1. はじめに

案内標識は、ドライバーを目的地に誘導するための重要な標識であり、他の標識類に比べて、認知や判断の正確性、迅速性を最も厳しく求められる標識である。しかし個々の標識の持つ情報が多様であるため、予測が難しい標識でもある。とりわけ心身機能の低下した高齢ドライバーにとっては、入手した情報を総合的に判断し、安全、確実な運転操作できるよう、標識の大きさやデザイン、配置等への配慮が求められる。

標識の判読性等に関する調査研究においては、実物の標識を用いた実験、CGによる模擬的な実験などがあり、それぞれ表-1に示すような長所と短所を持っている。実際の運転では案内標識以外にも確認しなければならない情報が多数存在しており、こうした複雑な状況を設定した調査を行うには、CGを用いる方法が有効と思われる。しかしながら、その場合にもCG実験で得られた判読性と、現実の空間との対応関係が明らかであることが前提となる。

そこで本研究では、まず始めに実物の標識を用い

て行われた既往研究との比較により、CGによる実験結果との対応関係を明らかにするとともに、CGの長所である複雑な交通場面における標識の判読性について考察することを目的としている。

2. 実験概要

CGの標識を合成した走行映像を作成にあたっては、高速道路の案内標識が映っている走行映像を用いて、CG標識の位置や大きさの操作を行った。本研究で用いた映像の作成システムとしては、Power Macintosh 8500 を使用し、標識画像の作成は Adobe Photoshop 3.0J、動画の作成は Adobe After Effect 3.0J を用いた。

実物の標識を用いた案内標識の判読性に関する実験例は非常に少なく、本研究では建設省土木研究所で行った既往研究¹⁾とほぼ同じ内容の実験をCGを用いて行い、両者の対応関係について考察する。本研究と既往研究¹⁾の実験内容は表-2に示す通りである。文献1)では実物実験による道路標識の判読距離(*l*)は、次式のように文字高(拡大率)により求めることができている。

$$l = f(h^*) \quad \text{ただし、} h^* = k_1 \cdot k_2 \cdot k_3 \cdot h$$

ここで *h** : 有効文字高
h : 実際の文字高
*k*₁ : 文字の種類による補正係数
*k*₂ : 文字(漢字)の複雑さによる補正係数
(文字は表示板中最も複雑なものを対象とする。)
*k*₃ : 走行速度による補正係数

表-2 既往研究と本研究の実験内容

実験	文字種補正	漢字画数補正	速度補正	判読距離評価
既往研究	4種類(群、カタ、0%、7%、7%、7%)	9種類 4~19画	9段階 20~100km/h	単独(文字種4種)
本研究	2種類 (0%、群、カタ)	6種類 5~18画	4段階 70~100km/h	単独(文字種2種) 複数(文字種1種)

はじめに、コマ送りによって一定の割合で文字を拡大していく映像によって、静止した状態での判読距離を求める実験を行った。次いで走行時の判読距

*1 キーワーズ：交通安全、交通情報
*2 正員、博(工)、秋田大学鉱山学部土木環境工学科
(秋田市手形学園町1-1、TEL 0188-33-5261、FAX 0188-37-0407)
*3 正員、工博、秋田大学鉱山学部土木環境工学科
*4 正員、日本道路公団東北支社秋田工事事務所
(秋田市八橋本町3-19-45、TEL 0188-64-3681)
*5 正員、秋田県土木部都市計画課
(秋田市山王四丁目1-1、TEL 0188-60-2445)

離を、70、80、90、100km/hの4段階について求めた。実験では20インチのテレビモニターを、被験者から1.5mの位置に設置し、大学生30名を対象に行った。

3. 実物とCG映像の対応に関する分析

(1)文字の大きさと判読距離の関係

図-1は、漢字およびカタカナの大きさと平均判読距離の関係を示したものである。漢字は画数が多いため、その判読性については、既往研究において補正係数0.6を文字高に乘じている。本研究の実験結果に0.6を乗じたものを図中にプロットしたところ、カタカナとほぼ同一直線上にあることから、CGによる実験においても補正係数0.6を用いることでカタカナから漢字の判読性を推定することが可能であると判断した。このことより4章の複数情報の判読ではカタカナを用いることとした。

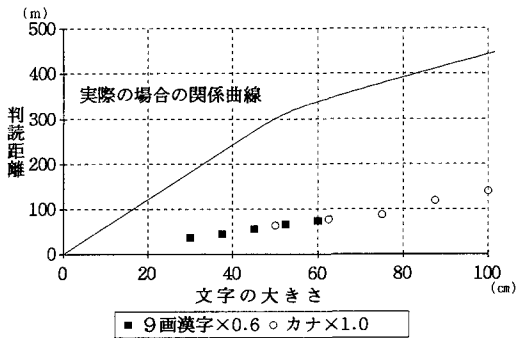


図-1 文字の大きさと判読距離の関係

既往研究の結果と比べると、使用した映像やモニターの解像度の制約から、CGによる実験結果では判読できる距離が短くなっており、このことからCGによる結果をそのまま用いることは不適當であることがわかる。文字の大きさと判読距離の関係については、実物では文字の大きさが45cmより大きい場合で、判読距離が短くなる傾向がみられるが、その理由については明らかでないことから、ここでは文字高の効果を考慮しないことが妥当であると思われる。

文字の大きさが45cm以下の、実物実験における判読距離 l ($l=6.67h^*$)と、本実験の実験値 l_0 について、次の2つの帰帰式が得られた。

$$l=4.50l_0+54.6(r^2=0.979), \quad l=5.12l_0(r^2=0.958)$$

(2)字画数と判読距離の関係

漢字の判読性については、字画数により異なるた

め、ある画数の文字を基準として、画数の異なる漢字の判読性を推定することになる。図-2には、本研究と既往研究の、9画の漢字を基準とした漢字の字画数の補正係数を示している。CG実験による結果は、既往研究の実物実験の結果と近い値をとったことから、CG映像であることの影響は少ないといえ、漢字の字画数による補正係数は既往研究の値をそのまま使用して良いと判断できる。

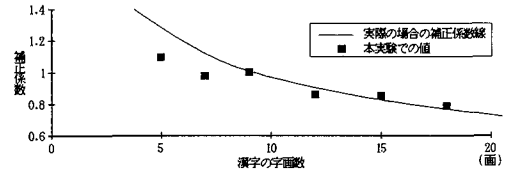


図-2 漢字の字画数による補正係数

(3)速度と判読距離の関係

図-3は、走行速度による判読距離への影響について、その補正係数を示したものである。使用した映像が、1秒につき30コマの画像からなることから、速度が上がるにつれ、画像の影響が現れ速度の影響が強くなっている。室内で走行実験を行った場合、実物実験での補正係数を室内での補正係数で除した値を乗ずることにより、現実空間での判読距離に換算することができる。

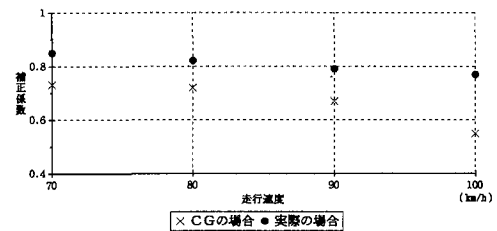


図-3 走行速度による補正係数

4. 複数の情報がある場合の標識の判読性

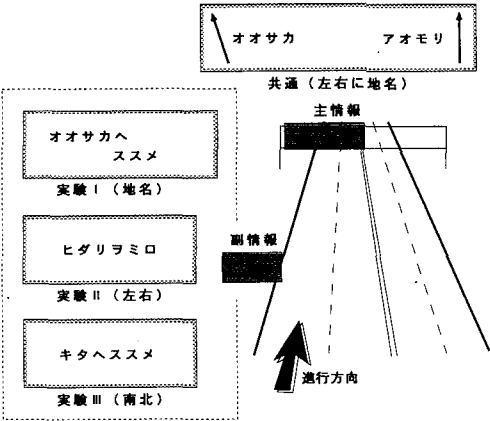
この実験では、案内標識を主情報、それ以外の情報を副情報と呼ぶことにする。

本実験では、現実の交通場面で案内標識の判読・判断の遅れが生ずることが予想される状況として、

- ①他の標識などの情報を読む必要がある場合
- ②併走車、後続車などの動きに注意を払う場合
- ③土地勘の無さから、目的地の方向を推測する場合

の3つのケースを想定し、それぞれ実験Ⅰ、Ⅱ、Ⅲとした。いずれの実験も、主情報は2つの都道府県

名を左右に配したもの（図－4 参照）であり、副情報は主情報との間隔を4段階（30、60、90、120m）に設定し、その内容は実験Ⅰが都道府県名、実験Ⅱは左右、実験Ⅲは南北を指示する内容となっている。



図－4 副情報と主情報

実験手順としては、実験Ⅰでは、副情報の地名と一致する方向を主情報から選択し、挙手するものである。実験Ⅱでは、実験を始める前に目的地名を与えたうえで、副情報に書かれた方向を判断し、あらかじめ置かれていた目標物を見てから、主情報を読みとり、進行方向を挙手するものである。実験Ⅲは、主情報に書かれた2つの県名のうち、副情報で指示された方角の県名を選択し挙手するものである。このように、実験Ⅱでは目標物を見るという行為が、また実験Ⅲでは南北の判断が必要となっている。なお、主情報、副情報ともにカタカナ(50cm)を使用し、走行速度は70km/h及び100km/hで行った。

現在、標識の設置場所に関して用いられている条件として、

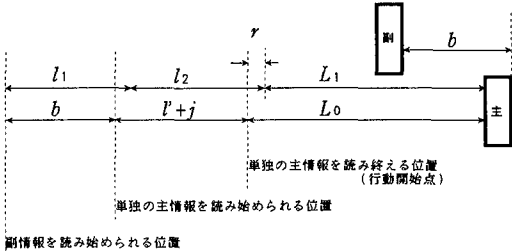
$$\begin{aligned} & \text{(先行距離)} \geq \text{(車線変更必要距離)} + \text{(減速必要距離)} \\ & \qquad \qquad \qquad + \text{(判断に要する距離)} - \text{(判読距離)} \end{aligned}$$

という式を満たす必要がある、と定義されており、その中の判断に要する距離*j*は

$$j = t' \cdot V_a \qquad \begin{aligned} t' & \text{ : 判断時間 (} \approx 2.0 \sim 2.5 \text{ sec)} \\ V_a & \text{ : 接近速度 (85\% - センタイル 走行速度)} \end{aligned}$$

とされている。この判断時間は案内標識に注意を集中したときの時間である。そこで本実験では、CG映像を用いて、複数の情報（ここでは2つ）を処理しなければならない状況における判断時間*t'*について

分析する。
複数の情報に対する行動や思考も含めた判断時間を求めるため、計算に関わる距離を図－5のように定義する。



図－5 判読に関する距離の関係

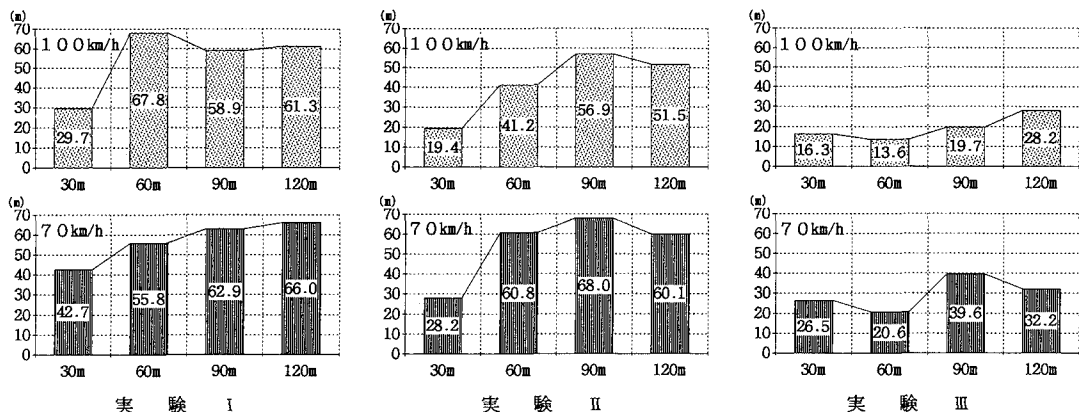
- ここで、
b : 主情報と副情報の間隔
*l*₁ : 副情報が主情報の読み取りに影響する場合、副情報に費やす距離
*l*₂ : 副情報が主情報の読み取りに影響する場合、主情報に費やす距離
*L*₁ : 各実験における行動開始点から案内標識までの距離
*L*₀ : 主情報を単独で読み取る場合の行動開始点から主情報までの距離
r : 判断の遅れた距離
*X*₁ = *t'* + *j* : 単独の情報を判読+判断するのにかかる距離（全実験共通）
 <図には無いが以下の2つも定義しておく>
*X*₂ : 実験Ⅱで副情報の判読+判断+行動を完了するまでに費やす距離
*X*₃ : 実験Ⅲで主情報の判読+判断に費やす距離

各実験における被験者が挙手した地点（行動開始点）から主情報までの平均距離に、速度補正を行った結果が図－6である。この図より、主情報と副情報の間隔が充分にあり、副情報の処理が、主情報の読み取りに影響を与えているケースとそうでないケースの存在がうかがえる。副情報の読み取りとそれに伴う行動が、主情報の読み取りに影響を与えていない設定として以下のものが挙げられる。

- 実験Ⅰ : 70km/hおよび 100km/hの 標識間隔60m, 90m, 120m
- 実験Ⅱ : 70km/hの標識間隔 60m, 90m, 120m
- 〃 100km/hの標識間隔 90m, 120m

このときの値の平均が*L*₁であり、速度別に求めた結果、100km/hで59.2m、70km/hで62.3mであった。時間に換算すると、主情報を通り過ぎる1.5秒、2.7秒前にそれぞれ行動可能な状態であることになる。

次に*r*(判断の遅れ)を求める。標準距離の値からそれぞれの判読距離を減じ、求めた結果が表－3である。実験Ⅲは思考による遅れの影響も含んだ値（これも同様に*r*とする）である。



<縦軸：行動開始点から主情報までの距離、横軸：主情報と副情報の間隔>

図-6 複数の情報がある場合の案内標識の判読性

表-3 読み取りの遅れ(r)

	実験Ⅰ				実験Ⅱ				実験Ⅲ			
	30m	60m	90m	120m	30m	60m	90m	120m	30m	60m	90m	120m
r (m)												
100km/h	29.5	-	-	-	39.8	18.0	-	-	42.9	45.6	39.5	31.0
70km/h	19.6	-	-	-	34.1	-	-	-	35.8	41.7	22.7	30.1
rを時間に換算した値 (s)												
100km/h	1.1	-	-	-	1.4	0.6	-	-	1.5	1.6	1.4	1.1
70km/h	1.0	-	-	-	1.8	-	-	-	1.8	2.1	1.2	1.6

これを用いて、前述の図-5による計算から X_1 、 X_2 、 X_3 が求められる。なお実験Ⅲにおいて $b=60$ 、90、120のときは、実験Ⅰの結果から主情報の読み取りに副情報が影響していないといえる。よって、単独で主情報を判読+判断する時間(X_1)から、表-3の距離だけ遅れているので、この両方を加えた値が X_3 であるといえる。以上のようにして各 X を算出した結果を表-4に示す。

表-4 X_1 、 X_2 、 X_3 の算出結果

	共通		実験Ⅱ				実験Ⅲ				
	X_1	X_2	30m	60m	90m	120m	X_3	30m	60m	90m	120m
										(m)	
100km/h	59.5	69.8	78.0	-	-	-	72.9	105.1	99.0	90.5	
70km/h	49.3	64.1	-	-	-	-	65.8	91.0	72.0	79.4	
各Xを時間に換算した値 (s)											
100km/h	2.1	2.5	2.8	-	-	-	2.6	3.8	3.6	3.3	
70km/h	2.5	3.3	-	-	-	-	3.4	4.7	3.7	4.1	

この結果から、十分に案内標識に集中できる設定では、判断時間は2.1~2.5秒となり、現在用いられている値(2.0~2.5秒)の範囲内であるが、案内標識の文字への判断以外に、行動や複雑な思考が伴う状況では、4秒以上を要する場合があることが示された。

5. おわりに

本研究では、CGによる実験結果と現実空間での結

果との対応関係を明らかにするとともに、CGの長所である複雑な状況における案内標識の判読性について考察を行い、CG映像で標識を扱うことの可能性を示すことができた。走行中の情報提供については、ナビゲーションシステムなど、新しい技術の普及によって、ドライバーへの負荷は少なくなると考えられるが、さまざまな交通状況や、ドライバーに対応した案内標識が不要となることはないであろう。

今回の実験は、比較的単純な動作や思考の負荷にもかかわらず、基準よりも長い判断時間が必要であったことから、今後、高齢ドライバーに対しても同様の実験を行い、高齢者にも充分に対応可能な標識・判断時間について考察したり、CGの特徴である複雑な状況について検討したいと考えている。

参考文献

- 1) 濱田俊一；「案内標識の視認性(標識の設置位置)等に関する研究の動向」(講座道路標識等解説3)、交通工学, Vol. 23, No.2, pp. 55-62, 1988.
- 2) 霜上民生；「道路標識に関する研究の動向」, 第37回・第38回交通工学講習会テキスト, 昭和61年7月・9月, (社)交通工学研究会
- 3) 「道路標識設置基準・同解説」, 昭和62年1月, (社)日本道路協会
- 4) 栗本典彦, 梶太郎, 大友恭也；「案内研究に関する調査研究(その3)」, 昭和53年3月, 建設省土木研究所資料第1335号
- 5) 霜上民生；「高齢ドライバーと標識の判りやすさについて」, 昭和60年9月, 全標協広報No.52
- 6) 霜上民生；「道路標識の改善の方向について」, 昭和60年度道路講習会テキスト, (社)日本道路協会
- 7) 飯島護久, 桑原雅夫, 赤羽弘和, 高松誠治；道路案内標識システムの開発, 土木学会年次学術講演会概要集Ⅳ, pp702-703, 1996