

第IV部門

路面表示の配列効果に関する構造方程式モデリング分析

神戸市役所 正会員 ○岩崎 克倫 神戸大学自然科学系先端融合研究環 正会員 四辻 裕文

1. はじめに

路面表示の配列効果には、不明な点が残されている。先行研究¹⁾では、カーブ区間手前の直線区間を対象に、「配列・実速度・知覚速度の関係」をドライビングシミュレータ実験(以下、DS 実験)と知覚実験から得られたデータと隠れマルコフモデル(以下、HMM)を用いて分析した。しかし、HMM ではカーブの安全目標速度、ドライバーの個人属性を反映させることができなかった。

本研究では、辻が行った先行研究¹⁾で考慮できなかった安全目標速度、ドライバーの個人属性を明示的に考慮し、異なる分析手法である構造方程式モデリングを用いて分析を行い、先行研究の知見の妥当性を検証する。

2. 分析の方法

(1) 実験の概要

これは、先行研究の辻が行った実験であるが、読者の理解の便宜上のため示す。減速マーク表示の設置区間を直線に限定する。道路曲線部には減速マークは設置していない。走行する車線は幅員 3.50m, 中央帯は幅員 1.50m, 左側路肩は幅員 1.75m とし、表示の横線の幅は 0.45m とする。表示上を走行する車両の実速度のデータは、DS を用いた室内実験によって収集する(図 1)。被験者(運転者)には、80(km/h)もしくは 40(km/h)で、定速で運転するように指示する。直線の走行区間のうち、前半の 600m(低速時は 200m)は、等間隔の表示上で各員が定速走行に至るための助走区間であり、後半の 500m は、同じ間隔の表示が連続して 100m 配置された後にそれとは異なる間隔の表示が再び連続して 100m 配置されるということが続く区間である。その区間の最後に、曲率半径が 200~1000m のカーブ(100m 毎に変化)が設置されている。この後半の直線区間では、4 種類の配列パターン(表 1)を試行しつつ、高速時・低速時のデータをカーブ曲率半径別に収集する。また、縦棒のみ、もしくは路面標示のみのデータが施された直線区間でも同様に高速時・低速時のデータを収集する。また、速度知覚実験では、車速で流れる走行動画を速度計無しで見てもらい、実速度・知覚速度の各々の変化率を調べる。その



図1 シミュレータの運転席からみた映像

表1 用いた配列パターン

	区間名	区間Z	区間I	区間II	区間III	区間IV	区間V
配列パターンA	延長(m)	100	100	100	100	100	100
	間隔(m)	12	10.2	9.18	8.72	8.28	7.87
配列パターンB	間隔(m)	12	11.4	10.26	8.72	7.85	7.46
	減少率(%)	0	5	10	5	10	5
配列パターンC	間隔(m)	12	11.4	10.83	10.29	9.26	7.87
	減少率(%)	0	5	5	5	10	15
配列パターンD	間隔(m)	12	12	12	12	12	12
	減少率(%)	0	0	0	0	0	0

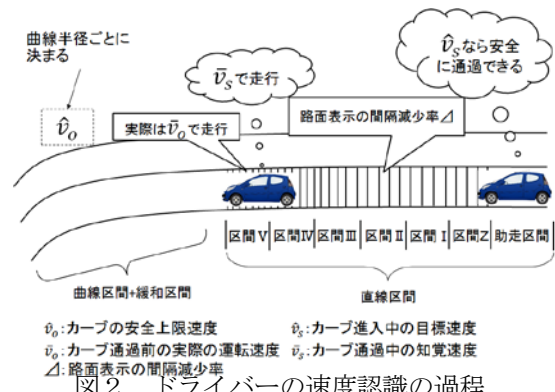


図2 ドライバーの速度認識の過程

ために、三画面同時再生動画を作成した。

まず、12m間隔の表示の上を 65km/h で走行する比較動画を左に設置、真ん中に 12m 間隔の表示の上を 75km/h で走行する基準動画を左に設置、8 通りの速度変化あるいは 4 通りの間隔変化を伴うランダム動画を設置した。被験者は真ん中の動画再生速度と比較して、左右どちらのほうがより遅く感じたかを回答する。

(2) 分析モデル

ドライバーは、カーブ進入前の直線区間で前方のカーブを検知し、その曲率半径 R から求まる安全上限速度 V_0 に対し、カーブを安全に通過する目標速度 V_0s を意図する。ドライバーにとって V_0 は未知の値であり、 V_0s をもとに速

度 $\bar{V}_0$ を調整する．図 2 は，本研究におけるドライバーの速度認識の過程の一連を示す．

本研究では，分析手法には SEM を行う．SEM とは，因子分析における測定方程式，パス解析における構造方程式の概念を統合し，一般させたものである．(図 3) SEM では，目標速度，個人属性を推計し，潜在変数を含んだ離散選択モデルから知覚速度推計モデルを作成する．

$$\hat{V}_s = \frac{a_1 be_3 + a_2 be_4 + a_3 \hat{V}_s + a_4 \hat{V}_s - a_4 \bar{V}_0 - \Delta U}{a_3}$$

$\hat{V}_s$ は SEM の潜在変数の目標速度， $\bar{V}_0$ は DS 実験で得た実速度， be_3 ， be_4 は探索的因子分析から得たドライバーの個人属性， ΔU は速度効用差， $a_1 \sim a_4$ は離散選択モデルの推定値である．

3. 分析の結果と考察

知覚速度を推計し，カーブ手前の区間（IV，V 区間）において，実速度と知覚速度の平均をとったものを図 4 に示す．選択確立が 50% の時の結果を記す．

配列パターン B では隠れマルコフモデルとの分析結果と異なる結果になっており，どちらが正しいのかわからないので，さらに異なった分析を行う必要がある．配列パターン D では，先行研究の結果の曲線半径 800m 以上という条件付きで採用してもよいという解釈を否定する結果になった．また，それ以外の道路でも過小評価になっているため，避けるほうが良い．配列パターン C では，先行研究でも，過大知覚している道路が多く，本研究でも過大知覚することが確認されたので，用いることで車速の抑制が期待される．しかし，過大知覚しているとはいえ，知覚速度が大きく，安全上限速度を超えてしまっている．そのため，カーブ手前で知覚速度が目標速度に達していない可能性があるため，カーブ内での事故が懸念されている．配列パターン A では，カーブ手間の区間においておおむね，過大知覚している．事故リスクも懸念されていないので，ほかの配列に比べて一番望ましい配列パターンである．しかし，分析手法によって，実速度と知覚速度との乖離があるのでその精度が懸念される．

参考文献

- 1) 辻智史：道路曲線部における路面側面表示の配列効果に関する実証分析，神戸大学卒業論文，2015 年 2 月

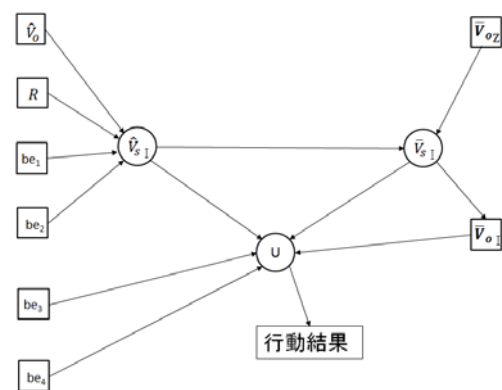


図 3 パス図

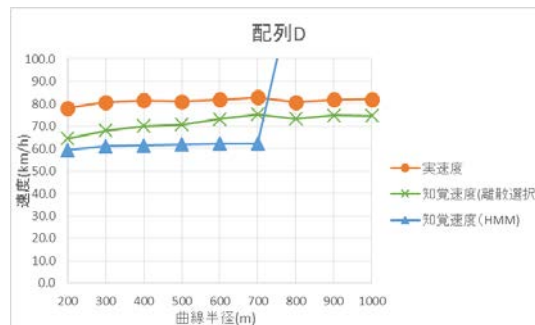
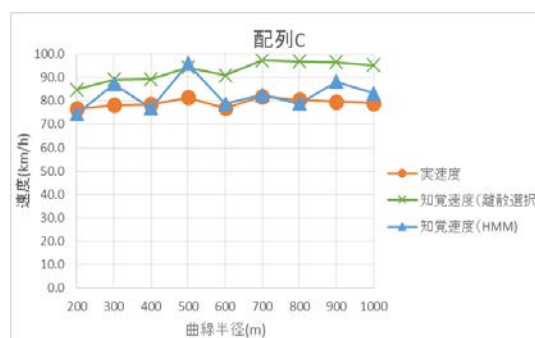
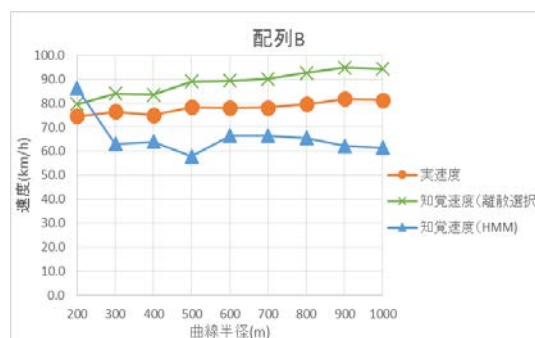
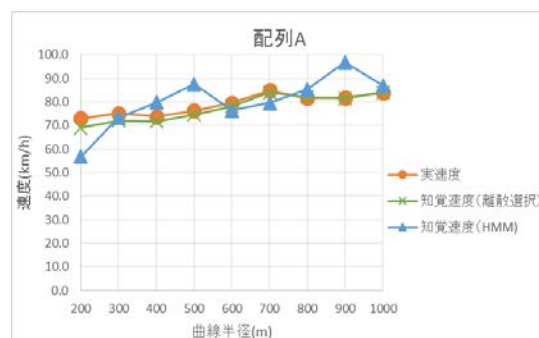


図 4 先行研究と本研究の知覚速度，実速度の推移