

枚方市役所 正会員 ○辻 智史 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

先行研究¹⁾では、路面側面表示（図 1）の配列効果を道路の直線区間のみ対象にして分析した。本研究では、カーブ区間を対象に、緩和区間の手前の直線区間に設置された路面側面表示の配列効果を分析する。この場合の配列効果には、カーブを安全に曲がるために為される減速の影響が含まれる。知覚速度の推移は、先行研究と同様、配列パターンと車速の推移を与件とした隠れマルコフモデル（HMM）を用いて推定する。配列パターン毎の車速の推移は、ドライビングシミュレータ（DS）実験から得たデータを用いる。HMM の状態変数を知覚速度の変化率と設定して、その初期状態生起確率分布を先行研究と同様の知覚実験から推定する。ただし、本研究では、先行研究の知覚実験で得られたものよりも精度の高い知覚速度データを収集するため、実験内容を改良した。

2. 実験概要

(1) 被験者

DS 実験の被験者は、普通自動車運転免許保持の学生 10 名とした。知覚実験の被験者は、公募による 20～50 歳代の初級・熟練運転者からなる男女 44 名であった。

(2) DS 実験

図 1 の側面表示の高さは 2.50m、路面表示幅は 0.45m とした。本研究では、高速域（助走区間 600m で 80km/h）と低速域（助走区間 200m で 40km/h）に分けて実験した。先行研究と同様、助走区間に続く 500m 区間を 100m ずつ 5 つに分けた区間 I～区間 V の各々に対し、4 種類の配列パターンをもつ路面側面表示を配置した。この 500m 区間に続くカーブ区間では、曲率半径 200～1000m を 100m ずつ区切った 9 つのカーブを用意した。

配列パターンは、先行研究¹⁾ で用意した 8 つの中から特に、区間内で間隔減少率を大きく変化させた 3 つのパターン、すなわち、最初の区間で減少率が大きいパターン 4、真中の区間で大きいパターン 5、最後の区間で大きいパターン 6 を対象とした。比較のため、等間隔のパターン 7 も対象とした（表 1）。

(3) 知覚実験



図 1 DS 実験における走行動画



図 2 知覚実験における比較動画・基準動画・ランダム動画

表 1 DS 実験で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
	延長(m)	100	100	100	100	100	100
4	間隔 (m)	12.00	10.20	9.18	8.72	8.28	7.87
	減少率 (%)	0	15	10	5	5	5
5	間隔 (m)	12.00	11.40	10.26	8.72	7.85	7.46
	減少率 (%)	0	5	10	15	10	5
6	間隔 (m)	12.00	11.40	10.83	10.29	9.26	7.87
	減少率 (%)	0	5	5	5	10	15
7	間隔 (m)	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00
	減少率 (%)	0	0	0	0	0	0

表 2 知覚実験の二項ロジットモデルのパラメータ推定

	パラメータ (t 値)
左右の動画の速度差(km/h) b_1	0.161 (14.6)
左右の動画の配列間隔の大きさの差(m) b_2	-0.422 (-4.70)
運転頻度(回/週) b_3	-0.146 (-2.14)
定数項 b_0	0.588 (4.62)
AIC	1,656
初期尤度	-976
最終尤度	-824
尤度比	0.155
修正済み尤度比	0.151
的中率	75.2%
サンプル数	1,408

図 2 の 3 つの動画（左から順に比較動画，基準動画，ランダム動画）を同時に 30 秒間再生し，基準動画と比べて，「比較動画とランダム動画のどちらの再生速度が遅いと感じたか」を被験者に尋ねた。ただし，基準動画と比較動画における配列間隔と再生速度は一定とした。

図 2 の中央の基準動画は配列間隔 12m で再生速度 75km/h，左側の比較動画は 12m で 65km/h とした。ランダム動画は，8 通りの速度変化と 4 通りの間隔変化を伴う 32 通りを高速域と低速域で用意し，路面側面表示だ

けでなく、側面表示のみ、路面表示のみも用意した。

3. 分析の結果

知覚実験で、比較動画とランダム動画の選択確率を推計した（表 2）。ランダム動画の選択確率が 0.5、つまり、

$$p = \frac{1}{1 + \exp[-(b_0 + b_1x_1 + b_2x_2 + b_3x_3)]} = 0.5$$

とおき、効用差がゼロのときの速度差を知覚誤差とみなした。助走区間（表 1 の区間 Z）の知覚速度の初期分布はこのモデルから推定した。先行研究と同様、知覚速度を 8 つの離散状態に分割し、この初期状態確率分布と、DS 実験で得られた実速度の推移データを教師データとして HMM に用いて、知覚速度の推移を推定した。

結果の一部を示す。図 3 には、直線道路（曲率ゼロ）で側面表示のみ、路面表示のみを設置した場合の比較を示す。高速域では、路面表示に比べて、側面表示のほうが知覚速度の低減に寄与している結果が得られた。しかし、過小知覚（70km/h と知覚していても実際は 90km/h）が懸念される。図 4 には、配列パターン 4～7 の知覚速度／実速度の比率を示す。この比率が 1 より大きいと車速を過大知覚、1 より小さいと過小知覚を意味する。配列パターンによっては、過小知覚から過大知覚へと遷移する場合とそれが逆の場合があることが分かる。いずれにしても、曲線半径が変化することで、この知覚遷移を示すような曲率半径の閾値の存在がみられた。

4. まとめ

本実験に限れば、以下のような知見が得られた。

- ① 配列パターン 4 と 7 では、車速が過小知覚から過大知覚へと遷移するような明確な曲率半径の閾値が存在した。その閾値は、200～300m と 700～800m であった。
- ② 配列パターン 5 では、車速が過大知覚から過小知覚へと遷移するような明確な曲率半径の閾値が存在した。その閾値は、200～300m であった。
- ③ 配列パターン 6 では、全ての曲率半径に対して、車速は過大知覚された。
- ④ 直線道路では、高速域において、路面表示のみの場合よりも側面表示のみの場合のほうが知覚速度の低減に寄与した。
- ⑤ 低速域の車速はいずれの配列パターンでも漸増する傾向にあった。

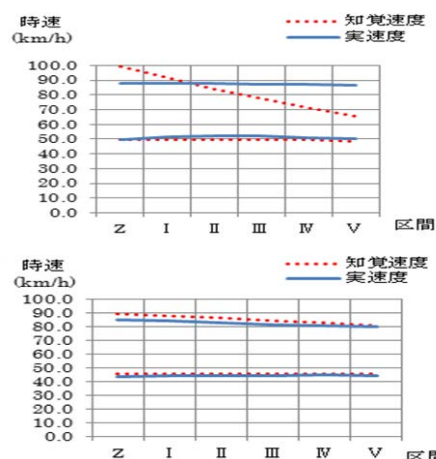


図 3 直線道路の側面表示（上）と路面表示（下）の比較

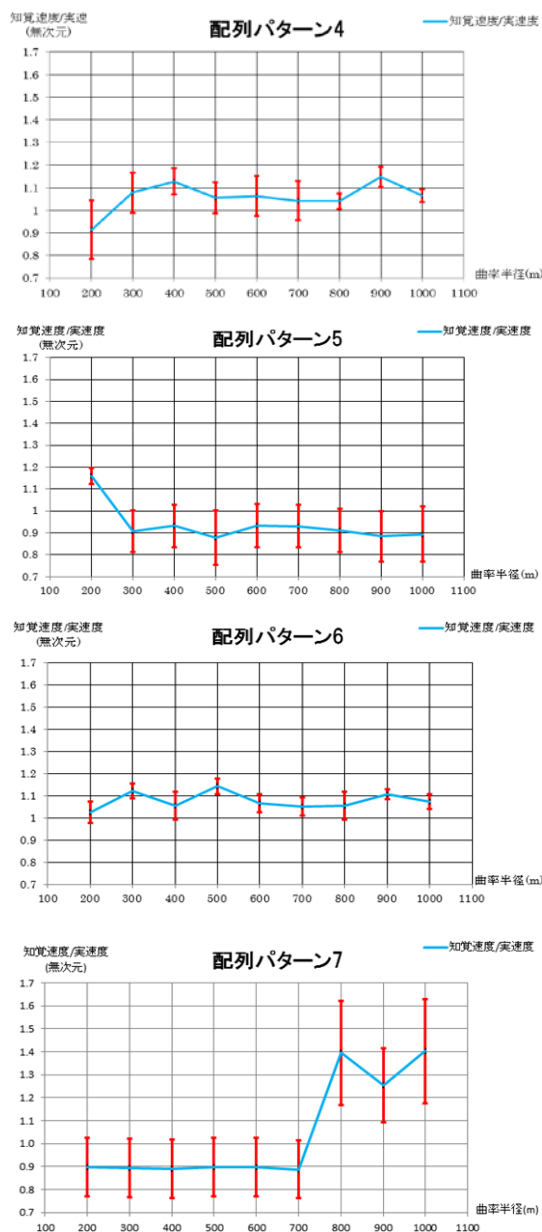


図 4 曲率半径と知覚速度／実速度比率との関係

参考文献

四辻裕文・北村和樹・喜多秀行：隠れマルコフモデルによる減速マーク表示の配列効果分析，交通工学研究発表会論文集，2014。