

IV-2 地区内一時停止交差点の進入挙動分析と一時停止ITSの開発

徳島大学院 学生員 ○秀浦光 徳島大学 工学部 正会員 山中英生
流通科学大学 情報科学部 正会員 三谷哲雄 徳島大学 工学部 正会員 入谷忠光

1. はじめに

地区内での交通事故は交差点とその付近に大半が生じている。出合頭事故の防止施策として GPS と GIS による車載自立システムを用いて、規制速度超過に警告を与えたり、自動ブレーキを作動させる ISA (Intelligent Speed Adaptation: 知的速度適正化) が現実的な方策として注目されており、地区レベルでの交通安全対策としても注目されている。本研究は、地区交通安全向上に向けて、ITS (高度情報システム) の内、上記の ISA 方式に注目し、無信号交差点における一時停止支援 ITS を開発するため、個人特性を考慮した警告アルゴリズムの開発を目的としている。

2. 観測実験と一時停止時のブレーキタイミング

ドライバー挙動の調査は東加古川地区の 3 4 交差点を含む周回ルートを走行させる方法で行った。被験者は初心者 3 名、高齢者 3 名、高齢者 3 名、プロ 3 名の計 12 名で、1 人が 3 種類の指示された走行シナリオで各 1 回走行した。図-1 はブレーキ開始時の交差点端までの距離の累加分布を示している。ブレーキ開始位置は同一ドライバーでも交差点 30 m 手前から直前まで広く分布している。一方、図-2 はブレーキ開始時点の交差点までの距離を地点速度で除した値 (速度維持時の交差点到達予想時間) の分布を示している。到達予想時間 2 ~ 4 秒前にブレーキ開始する割合が 6 割から 8 割となっている。

3. 停止時のドライバー制動能力の計測

交差点進入中の空走時間、ブレーキ加速度を、通常制動時と急制動時について実験により求めた。

急制動時挙動の計測は、走行中に急停止させる実験を行った。被験者に、「調査員から合図がありましたら、交差車両が飛び出してきたと思って急ブレーキで止まってください」と指示をし、車外で調査員が旗を上げて急停止させた。通常制動時は、走行中の任意の交差点手前で一時停止を指示して、交差点手前で停止させた。それぞれ被験者 12 名に対して

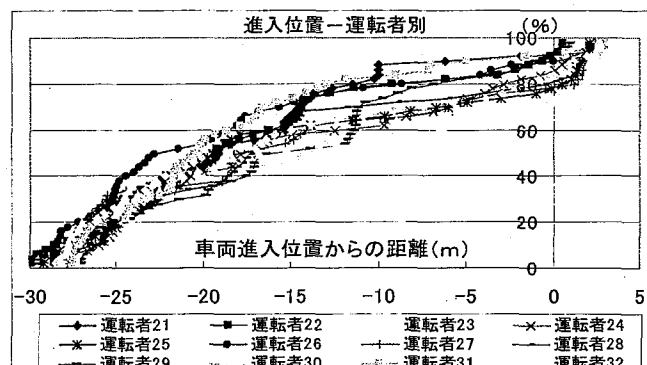


図-1 交差点端からのブレーキ開始距離

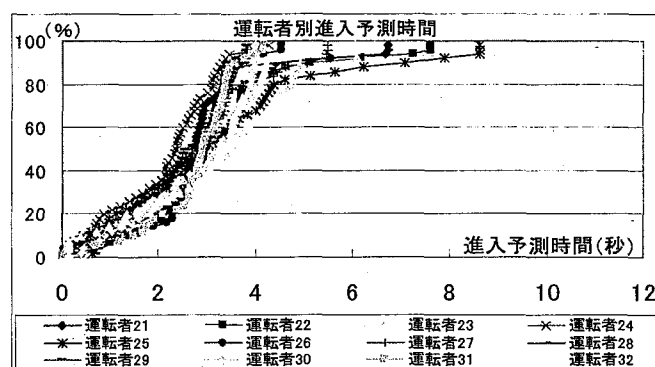


図-2 交差点進入予測時間

3-4 回実施した。本研究では空走時間を式 1 に示すような要素からなるとして、ビデオに撮影したペダル操作をビデオフレームカウンタから計測した。

$$tr = T_{per} + T_{Aoff} + T_{mov} + T_{Bpd} \quad (\text{式 1})$$

ここで T_r は空走時間、 T_{pe} は外的刺激を知覚してから挙動開始までの反応時間、 T_{Aoff} はアクセルペダル踏み込みを戻す動作時間、 T_{mov} はアクセルからブレーキ上への足を移動する動作時間、 T_{Bpd} がブレーキを踏み込む動作時間である。

ブレーキ加速度は、合図から停止までの車両挙動計測結果をもとに 0.3 秒間の移動平均値の最大値とした。属性、個人により空走時間、加速度がばらついていることがわかる。図-3 にドライバー別制動能力値を表-1 に能力値の平均、分散を示す。

4. 警告判定アルゴリズムの開発

1) 停止位置余裕距離モデル

ドライバーが一時停止できない状況になるまでに

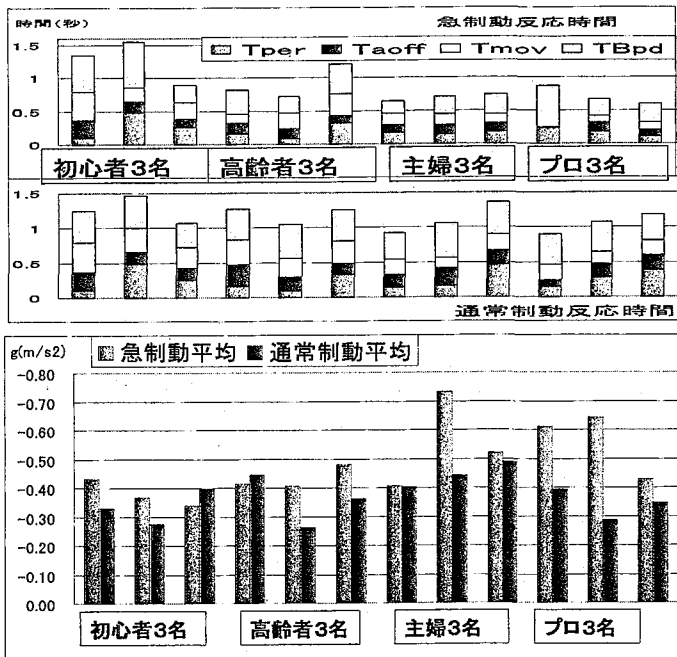


図-3 ドライバー別制動能力

表-1 ドライバー能力値の平均分散

急制動時	Tper	Taoff	Tmov	TBpd	加速度
平均	0.205	0.147	0.202	0.372	-0.482
分散	0.012	0.002	0.009	0.028	0.0147
通常制動時	Tper	Taoff	Tmov	TBpd	加速度
平均	0.249	0.203	0.268	0.434	-0.37
分散	0.019	0.003	0.007	0.002	0.0052

警告を与える。挙動情報から空走時間後にブレーキ開始したとして、交差点内の交差車両と接触する地点手前何mで停止可能か（停止位置余裕距離）を推定し、この値が基準値を下回ると警告を発生する方式とした。交差車両が発見可能な位置までは通常制動、その後は急制動で停止するとした。警告発生の基準値を変化させれば警告感度の制御が可能で、実装時は基準値をユーザーが選択すると想定している。

2) 警告判定の評価

実際の車両挙動の観測データについて、挙動結果から交差点で安全に停止可能かを判定した（危険判定）と、上記の警告が事前に可能かを判定した結果をもとに、表-1に示す適正警告率、偽警告率を算定した。警告システムの評価にはROC曲線を用いた。これは縦軸に適正警告率、横軸に偽警告率をとり警告感度を変化させた時にできる曲線で、曲線下の面積の大きさを優劣の判定は判断されるものである。ここでは適正警告に対する要求と、偽警告の受容度を勘案して、適正警告率90%以上偽警告率50%以下の範囲の曲線下面積で評価することにした。全て個人の能力値を考慮した場合をCase1、ブレーキ

表-4 適正警告の偽警告の定義

	警告が出る	警告が出ない
危険車両		×B 警告もれ
安全車両	△C 偽警告	○D 通常時

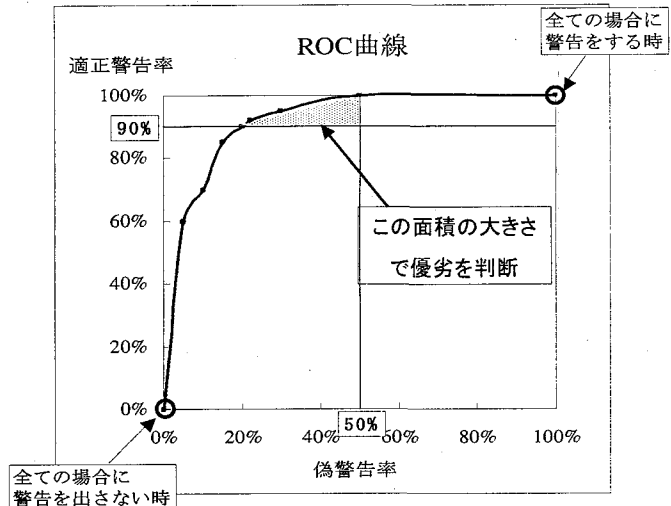


図-4 ROC曲線分析方法

加速度が同値で反応時間が個人値の場合をCase2、ブレーキ加速度が個人値・反応時間が同値の場合をCase3、全員の能力値が同値の場合をCase4として分析を行った。図-5に示すように個人能力値を考慮したCase1では、警告効率を示すROC指標で20%程度向上することがわかった。

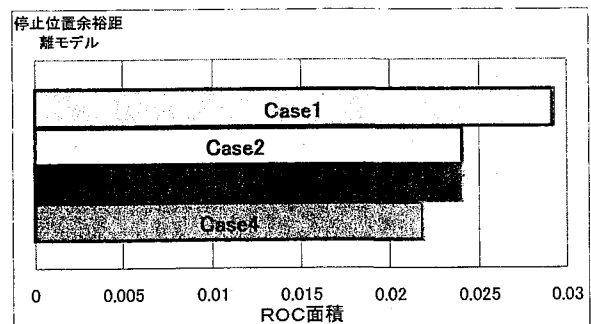


図-5 個人値考慮によるROC指標変化

5. おわりに

GPS位置、車両情報誤差に対しての感度、多様な交差点、ドライバーへの適用性を検討中である。また、偽警告や警告もれを起こす挙動特性について検討している。

参考文献 山中、河津、三谷：無信号交差点における一時停止支援ITSの警告アルゴリズムの研究、土木計画学研究・講演集、Vol.31, 2005