
第5回ITSシンポジウム2006
オーガナイズドセッションV「生活道路ITS事始」

無信号交差点における一時停止支援 システムの警告判定法の開発

発表内容

1. 出合頭事故防止の考え方と研究目的
2. 一時停止支援システムの概要
3. 警告判定法の評価分析の結果
4. まとめ

流通科学大学情報学部 三谷哲雄
徳島大学大学院ソシオテクノサイエンス部 山中英生

2006.12.07 11:00~12:20

東京大学生産技術研究所駒場Ⅱ 総合研究実験棟2階コンベンションホール

□ 無信号交差点における事故

- 出合頭事故の多さ
 - 全事故の約20%~30%を占める
- 発生する小規模な交差点
 - 全交差点の80%以上を占める

どこで起こるか分からない …… **低頻度広域型の事故**

□ 道路からの出合頭事故対策

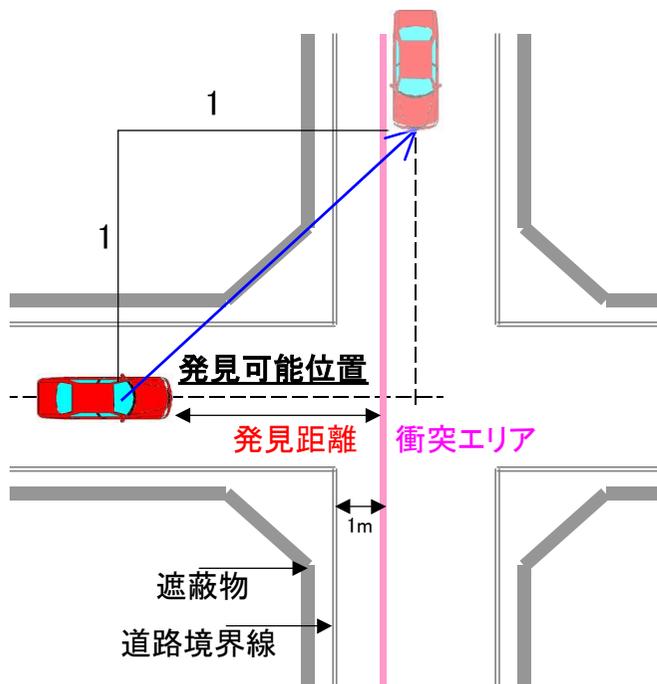
- 個別レベル対策(信号機, AHSなど) …… **集中**
 - 多発地点有効 → インフラ負担大
 - AHSでは接近車両把握に高度な技術や情報提供の正確性の問題
- 地区レベル対策(ゾーン規制など) …… **希釈**
 - 規制区域に入ればOK …… でも, 問題地域を全て網羅できない?
 - その有効性は …… ?

□わが国でのISAシステムの可能性

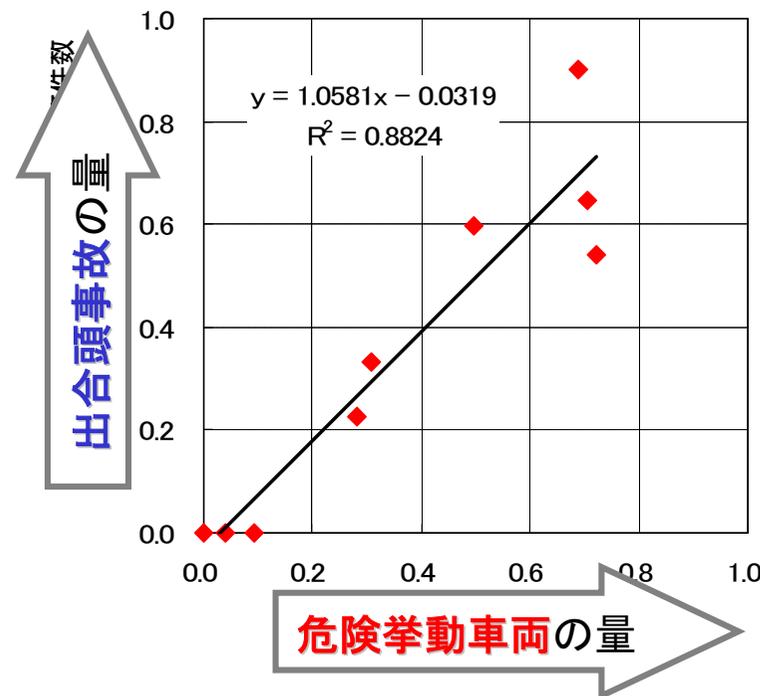
- 地図サービス高度化(カーナビ情報拡充)で比較的容易
 - インフラ負担が少ない
- 可能性のある制御方法
 - 区域出入時の制御(地区レベル対策として)・・・◎
 - 通行中の不適當な運転挙動を制御(個別レベル対策として)・・・△
- 低頻度広域タイプの事故防止へ → 期待できる
 - インフラ負担が少ない
 - 技術進展や道路状況に応じて地区から個別レベルまで幅広く対応
- 実現に向けた課題
 - **地図精度**(情報量, 位置, など含め)どうする？
 - 事故防止のための**制御方法**は？(地区レベルの場合 区域設定？)
 - その**有効性**は？ **適切性**は？ **利用者受忍性**は？

□ 無信号交差点での出合頭事故と車両進入挙動

- 「非優先側車両が優先側車両を発見できる位置(発見可能位置)から安全に停止できない危険挙動車両の割合が出合頭事故の件数に関する(交差点進入挙動の既存研究)」



発見可能位置の概念図



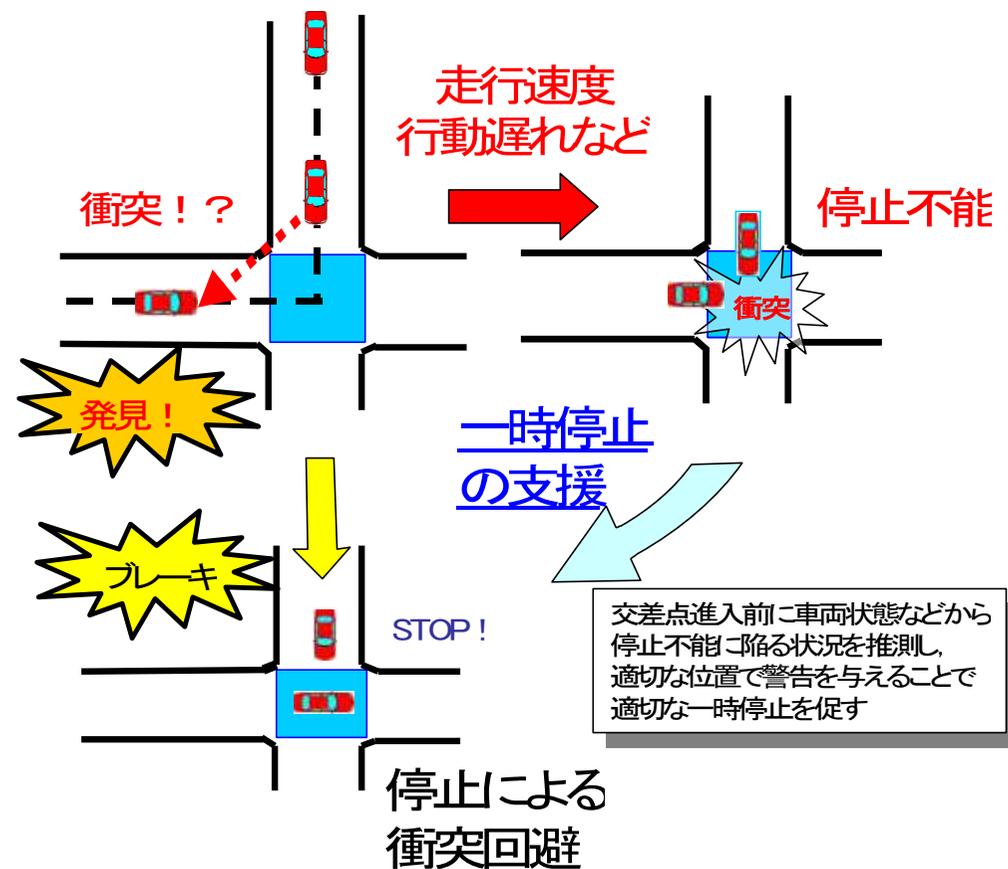
相関図

非優先側ドライバーによる交差点の忘失、優先関係不認知などで一時停止を怠る進入し、交差車両を発見してブレーキを開始するが遅れや速度超過により停止できずに衝突エリアへ進入する車両

□ 出合頭事故防止に対する考え方

一時停止を怠るような運転行動を発見可能位置前の適切な位置で判断し、警告(警報や車両制御)により一時停止を促し、

挙動を改善させることで、危険挙動車両を減少させ、出合頭事故が防止できる



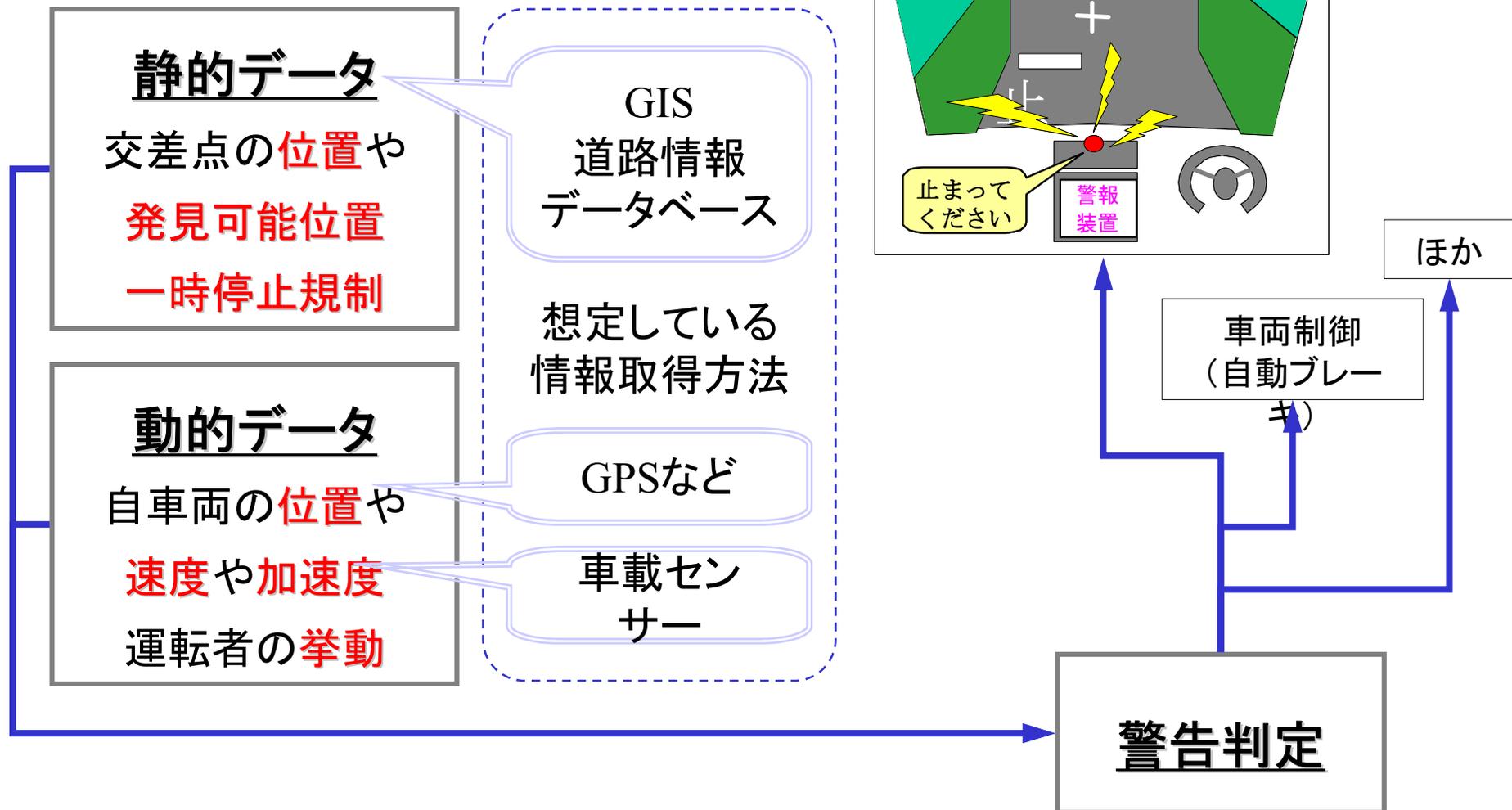
□ 研究の目標

- インフラ負担の少ない出合頭事故防止のためのITS →
発展型ISA(発展型カーナビ)を想定した無信号交差点での「一時停止支援システム」の開発

□ 本研究の目的

- 無信号交差点における危険挙動車両への一時停止支援を実現するための**警告判定法**の考案
- **公道での運転挙動調査に基づく実挙動データ**を使って、**警告判定法**の有効性や適用性、適正警告のための要件について分析

□システムの基本概念



□ 警告判定の検討上の要点

➤ 注意すべき事項

- 出合頭事故につながる**危険挙動車両を把握できない**こと
- 一時停止に気付いている車両に**不適切な警告**をすること

➤ もたらされる影響は大きい

- システムへの信頼性の低下
- それに伴いシステム動作を停止
- 警告を無視し事故を誘発の恐れ

単純な方式(一時停止の必要な全ての交差点での事前警告など)

➔ このような状況に陥りやすい! ?

➤ 警告判定方式として要件

- 「**お節介でない**」こと
- **適正警告の発生率が大きく、偽警告の発生率が小さく**

□ 提案する警告判定方式の基本的概念

- 「常時収集している動的データと静的データから進入交差点で警告の必要性を示す指標(警告判定指標, と呼ぶ)を算定し, この値が閾値を超えると警告を発生する」方式.

□ 警告判定方式の要件

- 警告の必要性は危険挙動車両かどうかで判定
 - (発見可能位置で交差車両を発見し急制動したとして)衝突エリア内に突入してしまう(衝突の可能性はある)かどうか.
- ドライバーによる警告感度設定
 - **閾値**は調整可能な方式とする.
 - 偽警告, 適正警告の発生良好な状態を作り出せる
 - ドライバーの選考(好み)に合わせられる
- ドライバーの個人特性考慮
 - **警告判定指標**の算定において, ドライバーの制動能力(**空走時間・ブレーキ加速度**)を考慮可能な方式とする
 - ドライバー能力に応じて算定指標値を変化させられる
 - 結果として, 偽警告を少なく, 適正警告の発生を上昇させられる

警告判定指標

前提条件

- 挙動情報は全て取得可能
- ドライバー特性は事前推定想定
- 空走時間は足位置に依存するため
ペダル操作情報を取得

簡便な停止挙動モデルをベース

停止必要加速度

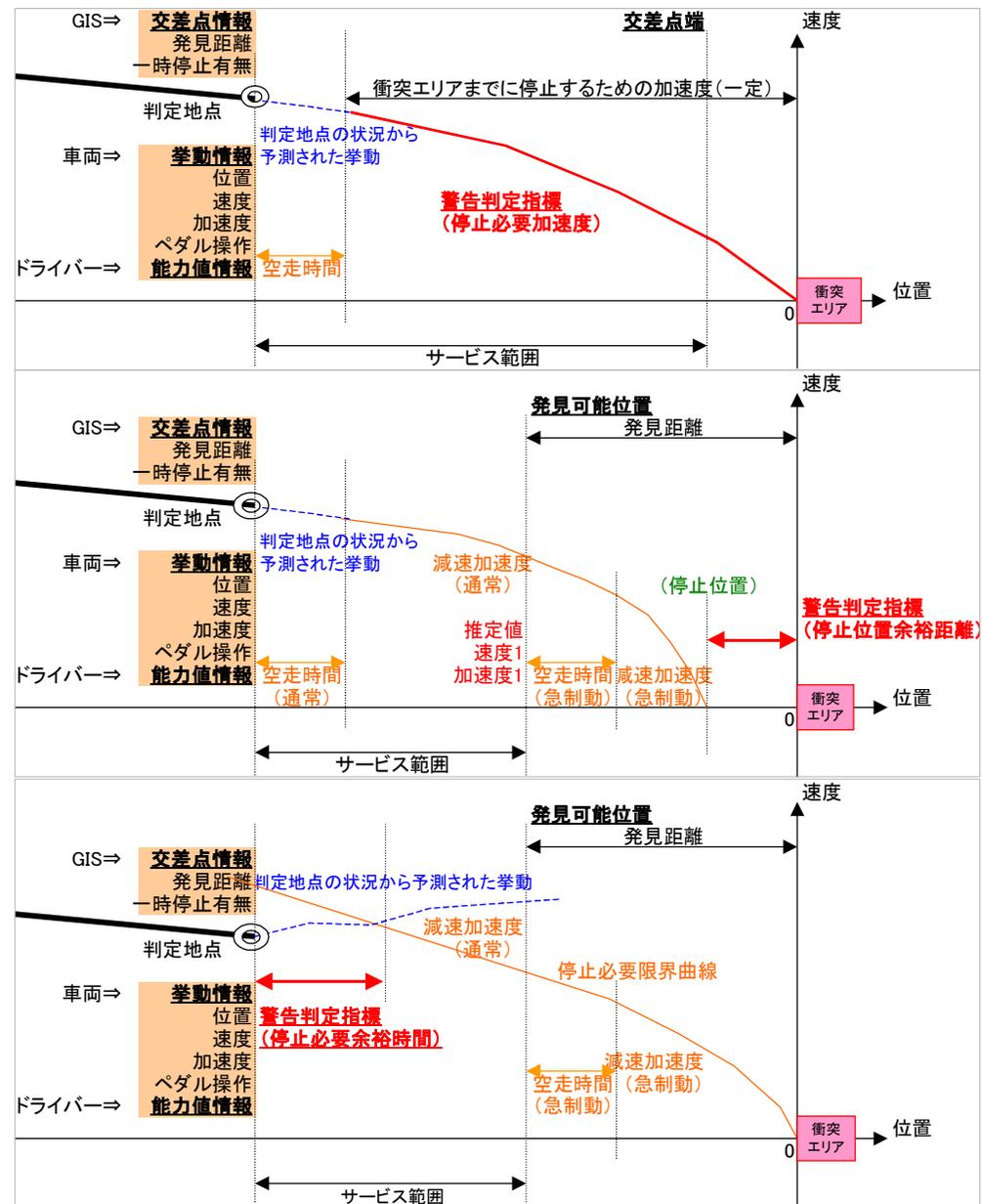
- 閾値: 個人の最大ブレーキ加速度を
超えない加速度

停止位置余裕距離

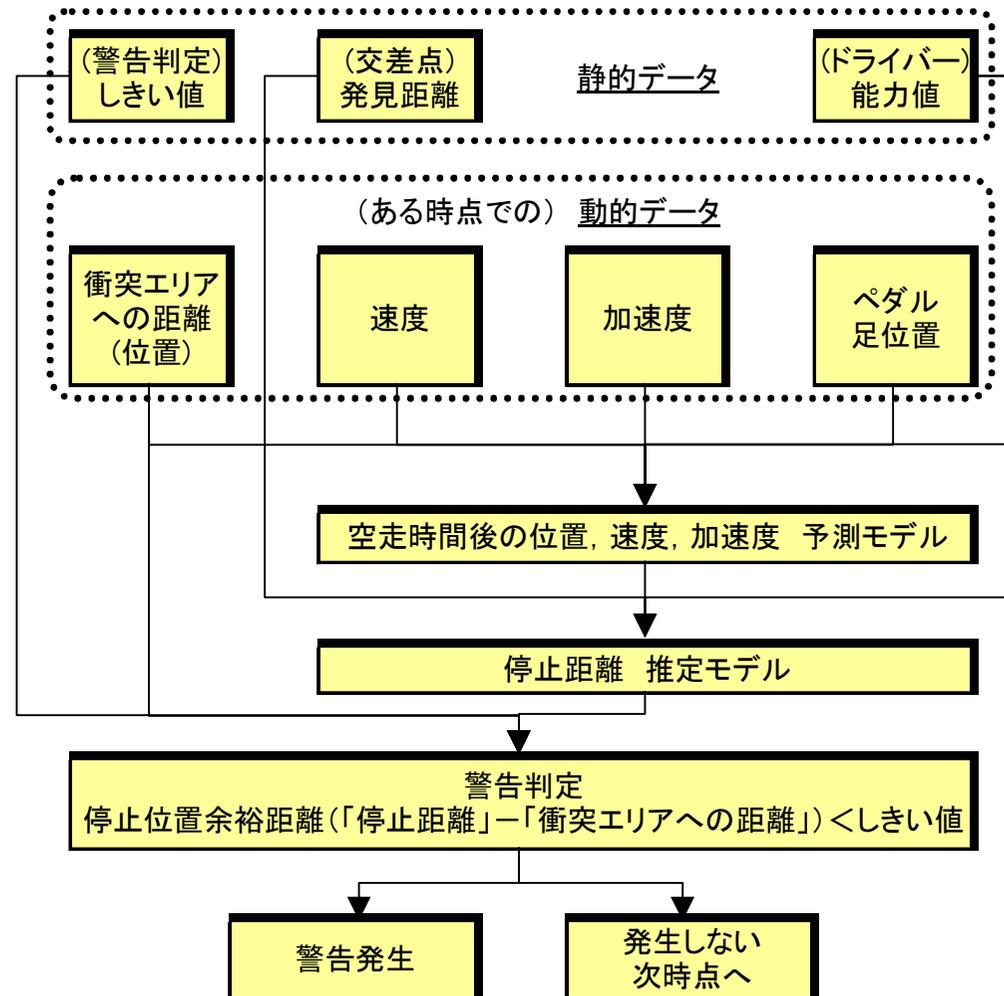
- 閾値: 0m以下(衝突エリアを越える)
とはならない距離

停止必要余裕時間

- 閾値: 個人の空走時間以下とはな
らない時間



□ 警告判定のアルゴリズム (停止位置余裕距離の場合)



□ 評価方法

➤ 評価に用いた実挙動データ

- 公道で実施した運転挙動調査(開発した挙動収集装置による)
 - **多様なドライバー**
 - » 合計42名 初心者や主婦, プロを含む多様な年齢層
 - 走行ルート
 - » **市街地内細街路ルート** 幹線道路を含む**地区内巡回ルート**
 - 収集した挙動データ
 - » 0.1秒 ごとの **位置, 速度, ペダル操作**
- 分析に用いた挙動データ (約3200サンプル)
 - **様々な特性の交差点への進入挙動を抽出**
 - » 非幹線同士, 幹線出口, 事故多発, など 合計74交差点 を抽出
 - 実道路上での**危険な交差点進入挙動** … 計測困難
 - » → 「**優先側からの進入挙動**」を「**被験者が優先側と思い込み非優先交差点へ進入した場合の挙動**」と見なして分析

- 交差点進入挙動の「**危険**」, 「**安全**」の危険判定
 - 「危険挙動車両」かどうかを挙動データに基づき事後判定
- 各交差点進入挙動での警告の「**あり**」, 「**なし**」の警告判定
 - 各進入挙動データの時点ごとに算定した警告判定指標に基づいて事後計算により「有った」か「無かった」かを判定
- 警告効率指標 → 警告判定方式の評価
 - 判定結果 → A/B/C/D に整理

閾値によって
変化

適合表		警告判定結果		警告効率指標
		警告あり	警告なし	
危険判定結果	危険	A	B	適正警告率 $A / (A + B)$
		適切な警告	警告もれ	
	安全	C	D	偽警告率 $C / (C + D)$
		警告の誤り	通常時	

□ ROC分析を適用

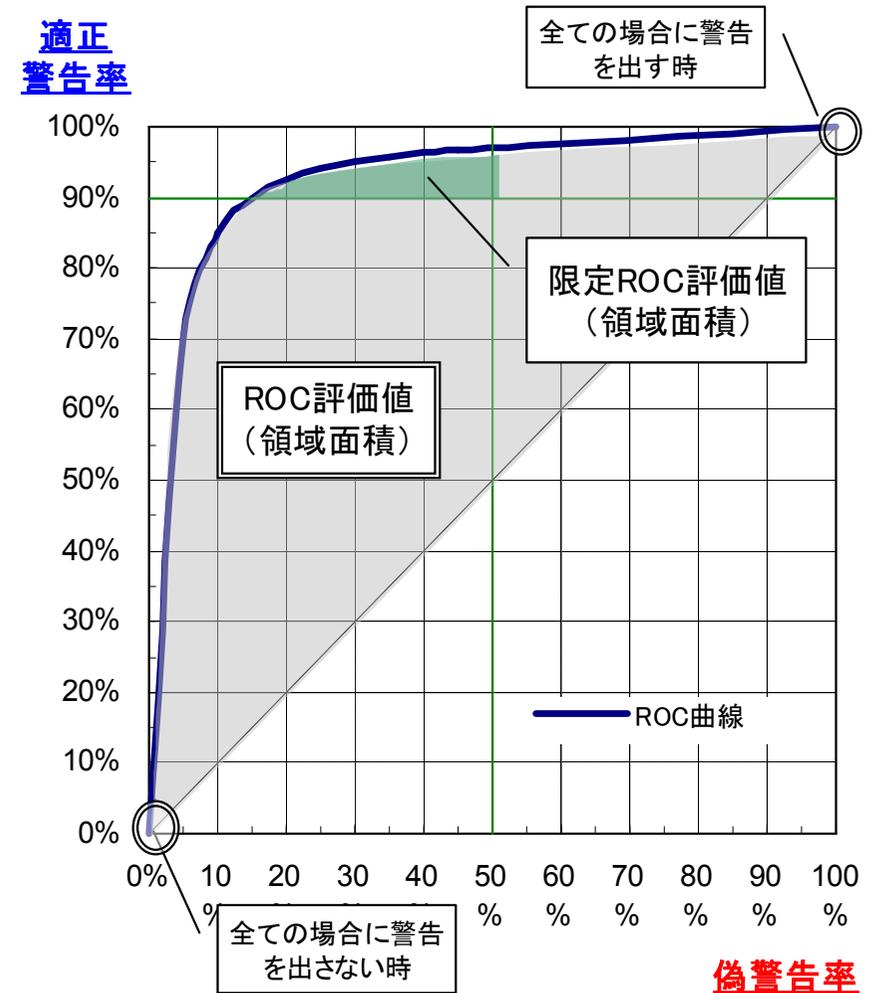
鑑別性能評価に用いられる手法

➤ ROC曲線

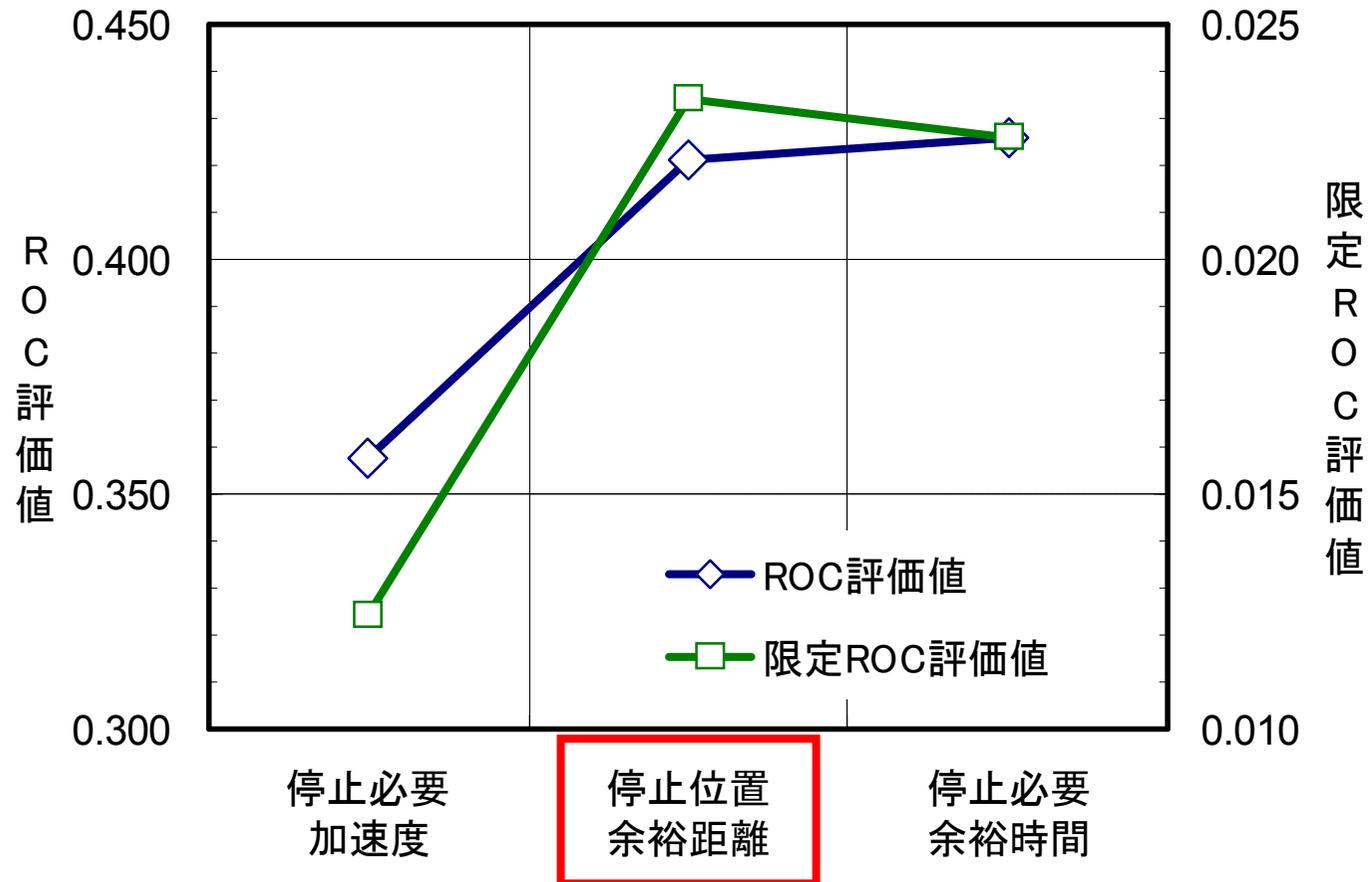
- それぞれの**閾値**で算定された**適正警告率**を縦軸, **偽警告率**を横軸にプロットして出来る曲線
- 曲線が左上に行くほど精度が高く優れている

➤ 評価指標

- 曲線下部面積 → **ROC評価値**
- 閾値として実際の利用可能範囲を考慮した曲線下部面積 → **限定ROC評価値**



警告効率による警告判定方式の比較



□ ドライバー能力値の考慮方法の違いによる警告効率への影響(警告判定指標: 停止位置余裕距離)

➤ Case1

- 全て個人値
- ➔ ROC面積で20~25%向上
- ➔ 警告もれが2倍向上

➤ Case2

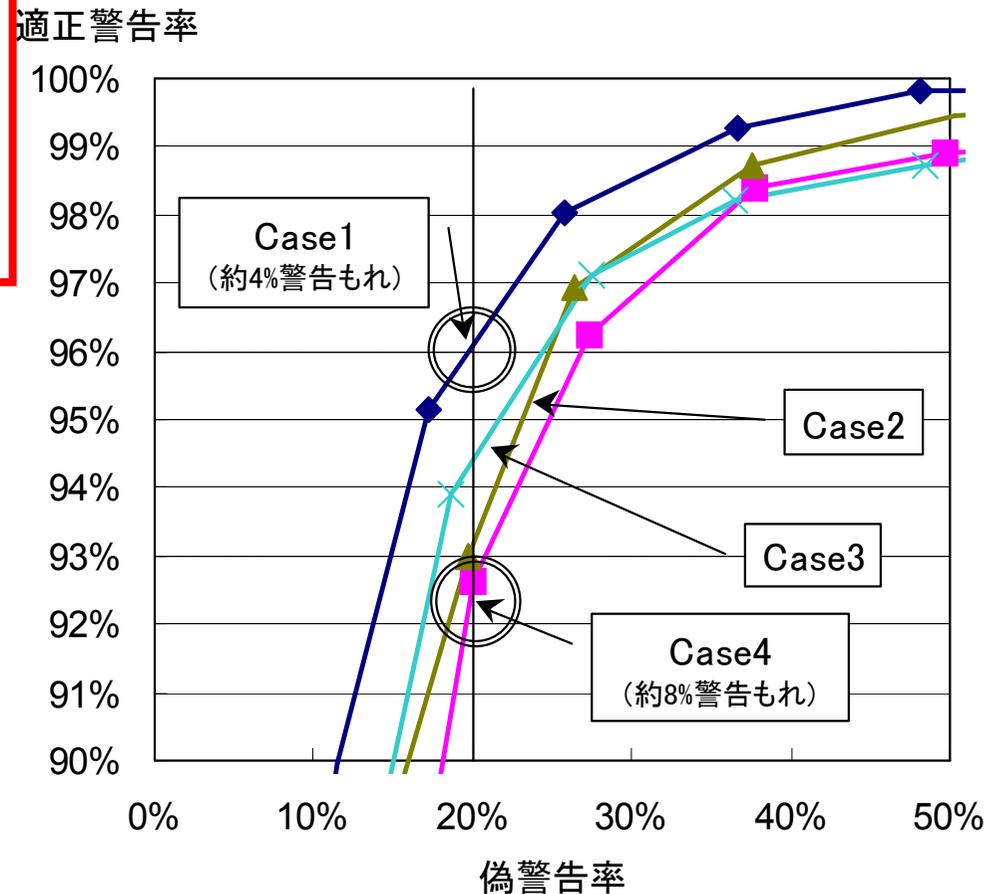
- ブレーキ加速度は同値
- 空走時間は個人値

➤ Case3

- ブレーキ加速度は個人値
- 空走時間は同値

➤ Case4

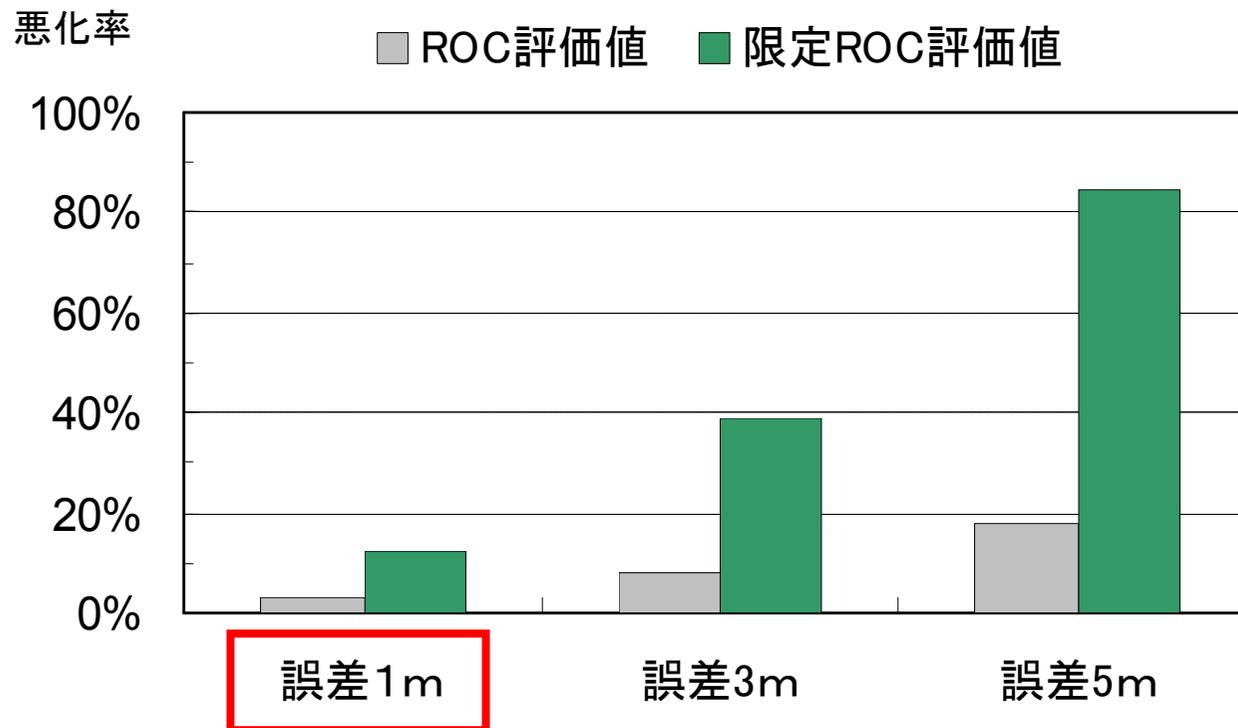
- 全員が同値(平均値)



□ 地図精度(自転車位置や発見距離)の違いによる警告

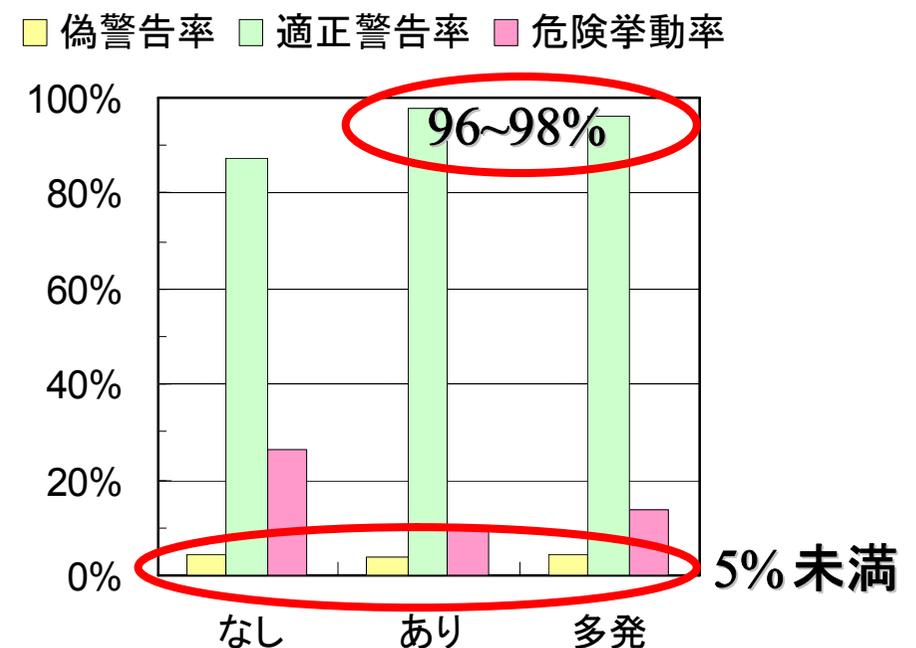
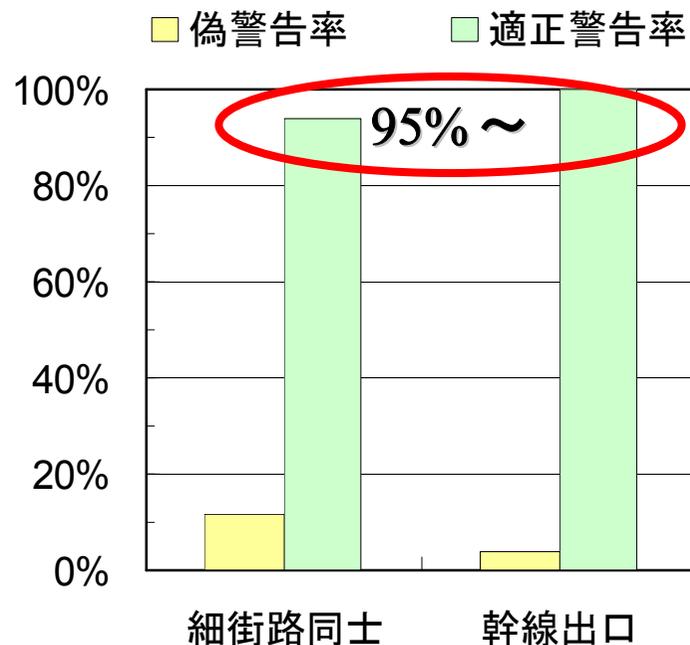
効率への影響(警告判定指標:停止位置余裕距離)

- 挙動データに距離誤差(±1m, 3m, 5m)を付加した場合の警告効率を算定し, 誤差無しに対する悪化率で比較



□ 非優先側交差点特性の違いによる警告効率への影響 (警告判定指標: 停止位置余裕距離)

- 交差点種別 細街路同士, 幹線出口 で比較
- 事故発生状況別(6カ年) なし, あり(1~8), 多発(9~)



- 危険挙動車両と出合頭事故との関係に着目した一時停止支援のための**警告判定方式(3方式)**を考案
- 公道にて収集した交差点進入の実挙動データを利用した**警告判定方式の評価分析**を実施
 - 停止位置余裕距離 → 良好な警告効率
 - ドライバー能力値 → 個人値の利用が望ましい
 - 地図精度 → 誤差±1m程度以下なら警告効率への影響少ない
 - 幹線道路出口 → 適用可能性あり
 - 出合頭事故発生一時停止交差点 → 96%~98%の危険挙動車両に5%以下の偽警告率で警告を発生させられる

□ 検討課題

- 実走行状況での警告タイミングや警告発生頻度の適切性
- 利用者の運転挙動改善効果
- システムに対する受容限界(警告発生を受忍意識)
- 事故削減効果推計

□ 現在進めている研究

- 運転挙動DBによる実装時のシミュレーション分析
 - ・ システム実装時を想定した警告発生頻度, 発生位置, 偽警告発生, を机上計算し警告生成の適正度の分析
- システム実装車両による実走行実験
 - ・ 実稼動するシステムによる利用者受忍意識の分析

など