

無信号交差点一時停止支援システムの 警告判定法の評価分析

流通科学大学情報学部 准教授 三谷哲雄
徳島大学大学院 教授 山中英生
復建調査設計(株) 上田 誠
積水樹脂(株) 須藤晃成
徳島大学大学院 鈴江宗大

本論文は、「実践的ITS研究小委員会(土木学会・技術推進機構)」からの受託研究の予算を一部活用しています。協力を得た関係各位に感謝の意を表します。

□ 研究の背景とこれまでの取り組み

住居系では
50%近く

➤ 市街地内の交通事故

- 地区内交差点の大半を占める無信号交差点で**約30%**が発生
- このうち出会い頭事故, **60%程度**, を占める
- ➔ 無信号交差点での出会い頭事故防止が安全対策で重要
- ➔ 低頻度で地区内分散のためインフラ負担の少ない対策が必要

➤ 一時停止支援システムのための**警告判定方式**の開発

- **危険挙動車両**数と出会い頭事故件数との良好な相関関係
- **危険挙動車両**を**事前判別**し, ドライバーに**警告**し, **挙動改善**を図る
ドライバーに**的確でお節介でない警告**として受け入れられること
 - ➔ ドライバーの**ブレーキ特性**や**警告感度選好**を考慮する仕組み
- **警告効率**の分析結果 :
個人**ブレーキ特性**で向上, **出会い頭多発交差点**にて良好, 車両走行位置や地図情報の**必要精度**を明らかに.

車載型自立
システムを
想定

警告判定方式の概要

判定位置での計測データ

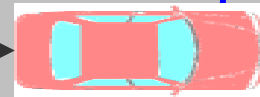
- ・速度 ・加速度 ・位置
- ・フットポジション(ブレーキのON・OFF)

ドライバーデータ

- ・ブレーキ特性(制動減速度・空走時間)

停止位置を予測・・・停止不能→警告

警告



衝突エリア

設定停止位置

考え方 : 判定地点で警告を与えられた時に, 設定した停止位置までに停止できるかを判定

設定停止位置とブレーキ特性を変更することで、個別に好ましい感度を設定できる

前後にずらす事で警告発生のしやすさを変更

→ 一時停止支援システムを実際に使用する場合の、警告の発生状況 や 警告のドライバーの感じ方 などは明らかにできていない

□ 本研究の目的

警告判定方式の実用上の特性を明らかにするため

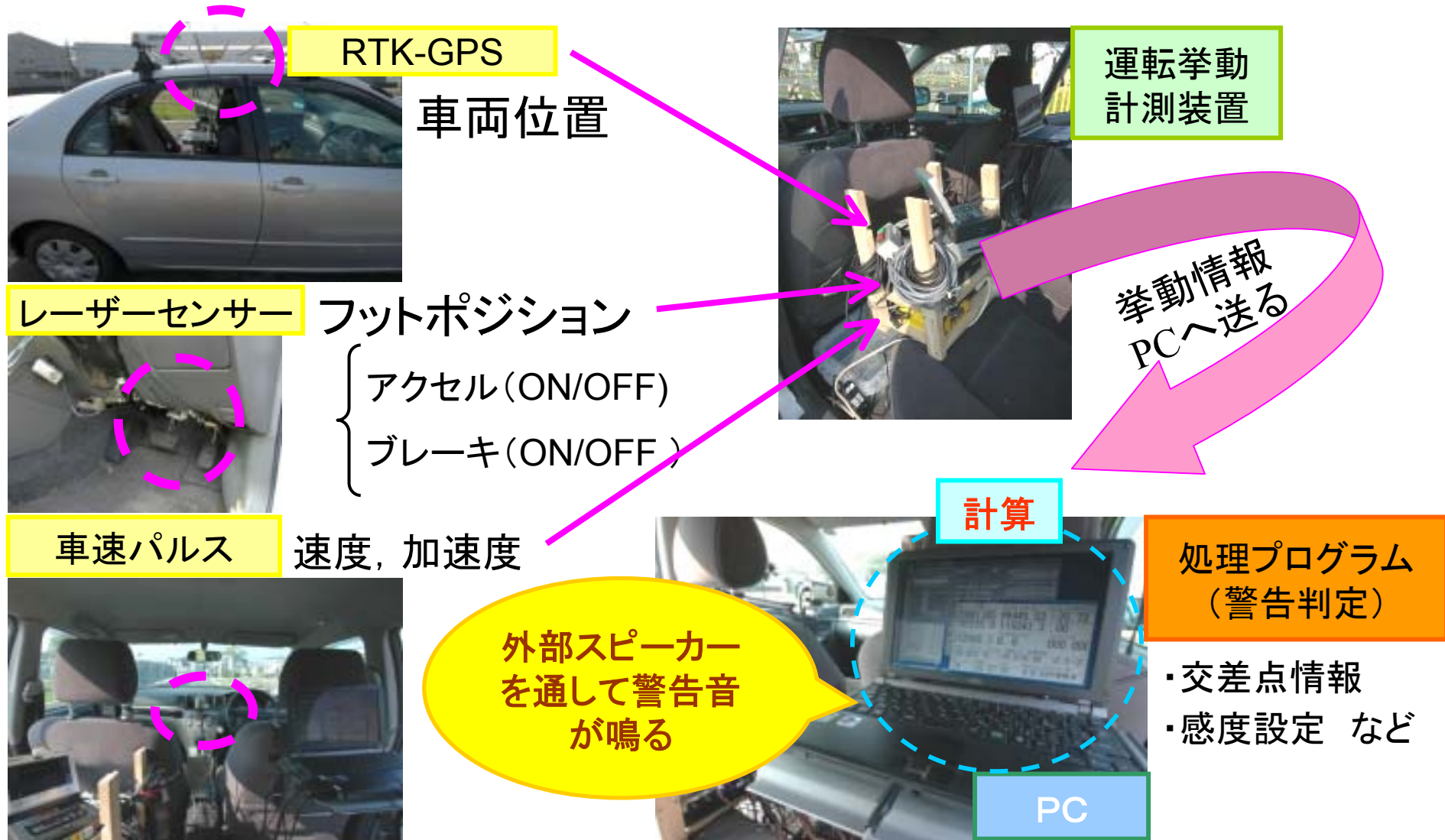
1. 警告の感じ方, 受忍性, 有効性や必要性の意識, から **体感特性**

- 実稼動する一時停止支援警告装置を搭載した実験車両の製作
- 教習所走行路での実走行による **警告体感評価実験**
- ドライバーが実際の一時停止支援警告を体感し, それを評価

2. 公道走行時の警告発生状況, から **発生特性**

- 多様なドライバーによる公道走行データで **走行シミュレーション**
- 実走行時の警告の発生有無やその位置を推定
- 警告の適正や発生頻度, を分析

□ 製作した一時停止支援警告装置の概要



1. 一時停止支援警告の走行体感評価

体感評価実験による体感特性の分析

□ 警告体感評価実験の概要

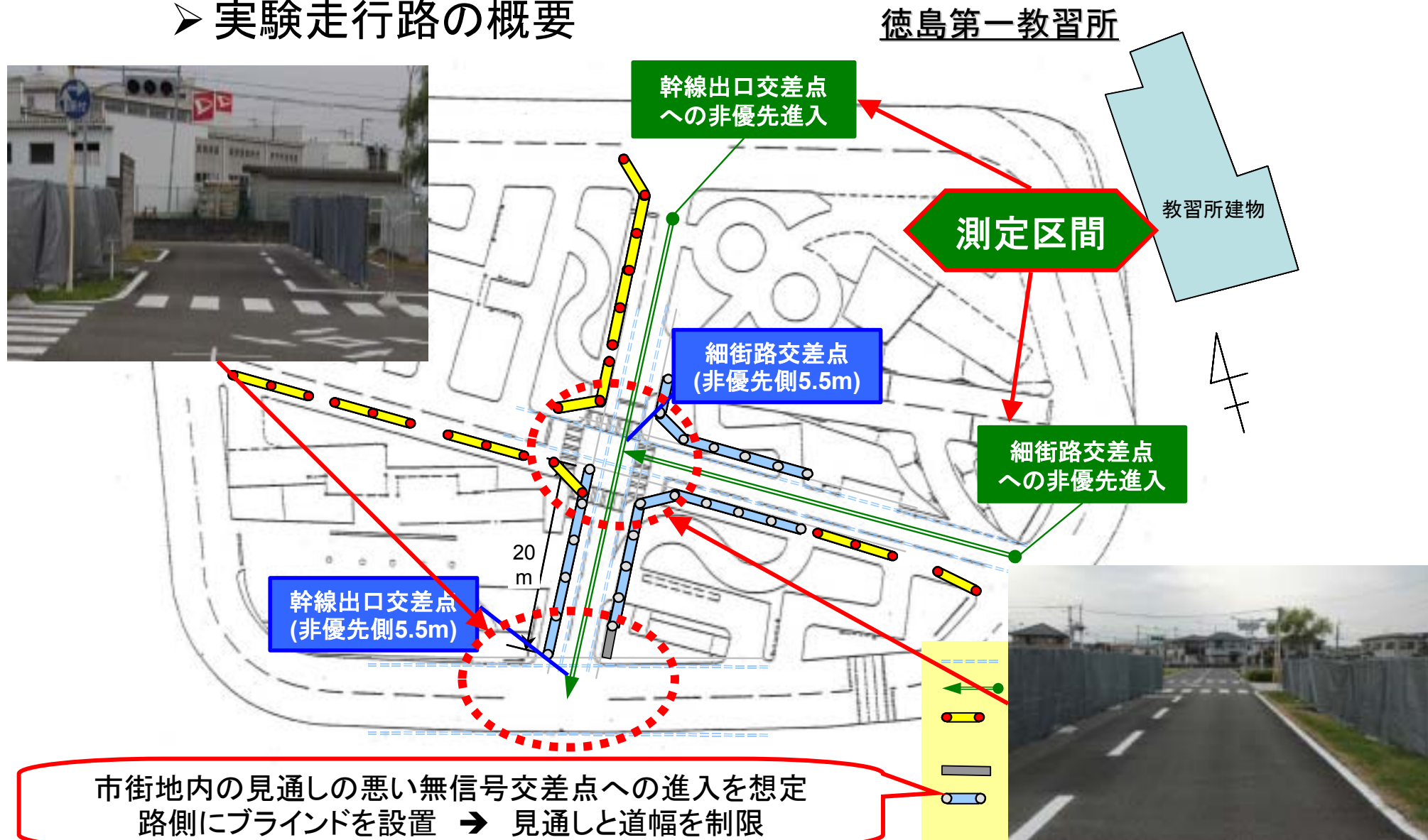
➤ 実験方法

- 異なる種類の設定停止位置で15分間自由走行(1シナリオ)
- 「**見通しの悪い交差点で飛び出し等があるかもしれない**」
と想定し、安全確認も含めて**普段通り**の運転させ、その上で警告を体感させる
- 走行中、警告が発生する度に**警告タイミング**をヒアリング
- シナリオ走行後に、**警告に対しての煩わしさと受忍性**、**システムの有効性と必要性**のアンケート

➤ 実施概要

- 被験者 : 初心者7名, 高齢者4名, 一般4名 計15名
- 走行シナリオ数 : 61シナリオ

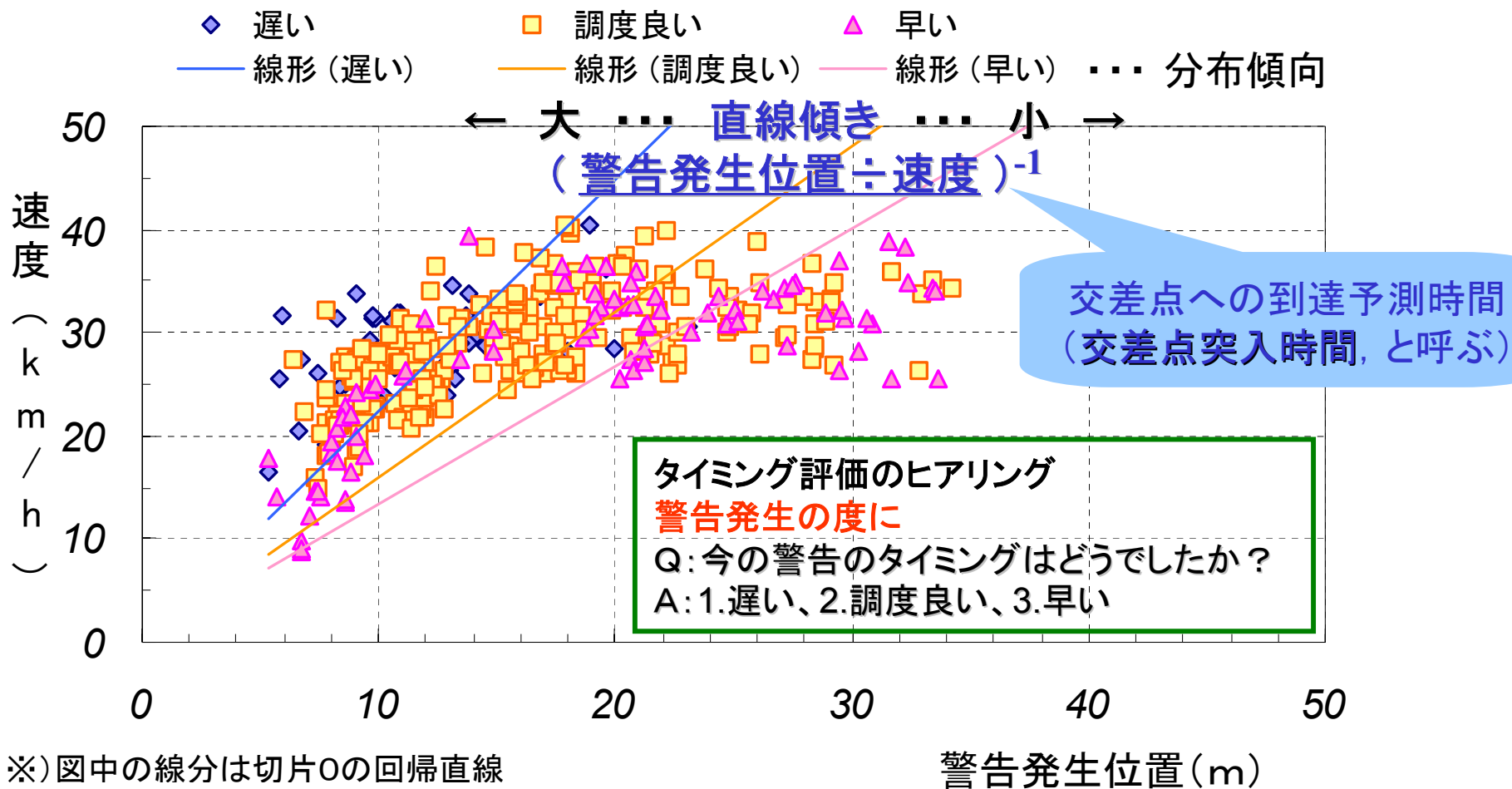
➤ 実験走行路の概要



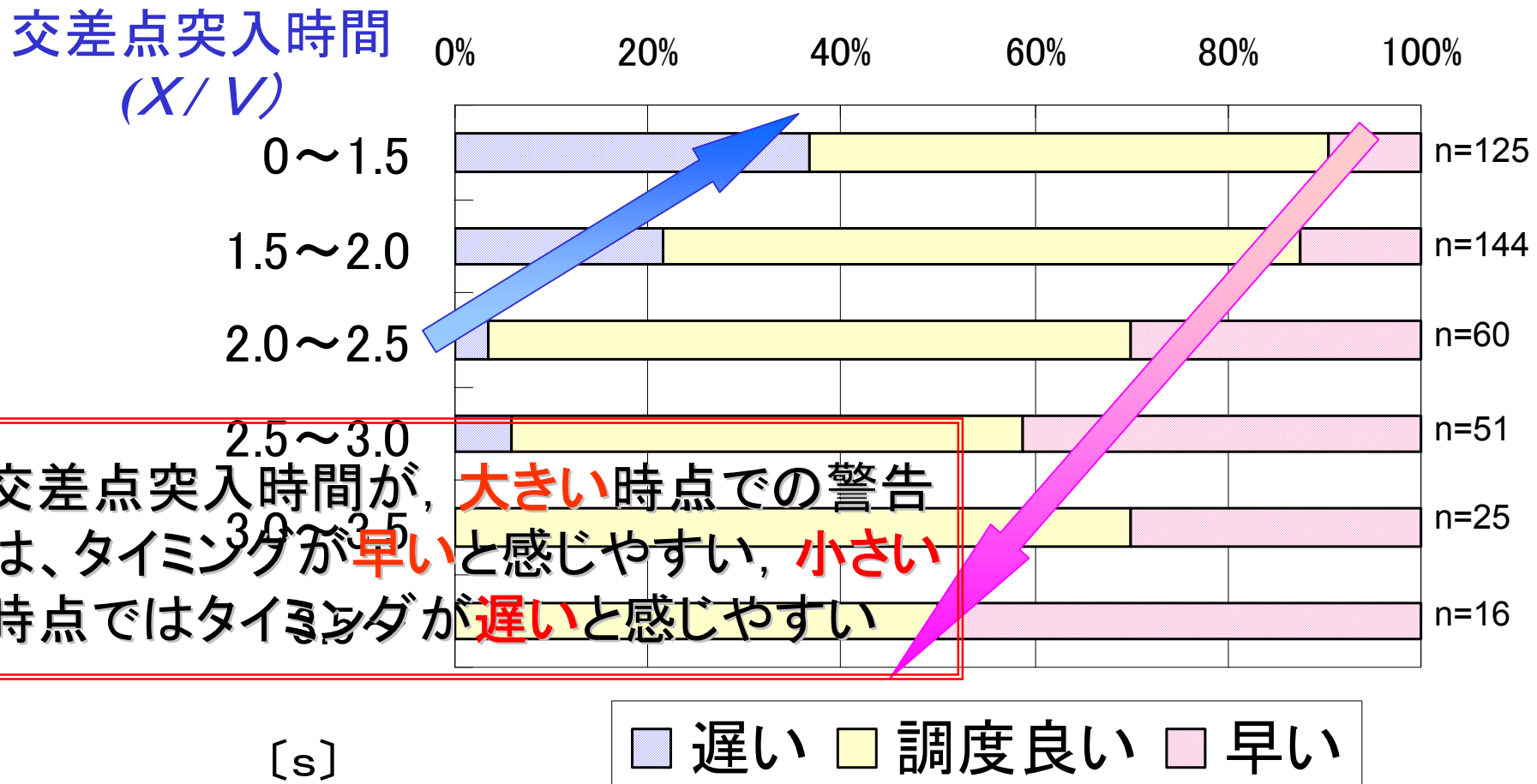
警告のタイミング

走行中に危険と判定され
生じた全ての警告

タイミング評価別の警告発生地点の分布



□ 警告のタイミング 発生地点の交差点突入時間ランクごとの
タイミング評価別の構成比

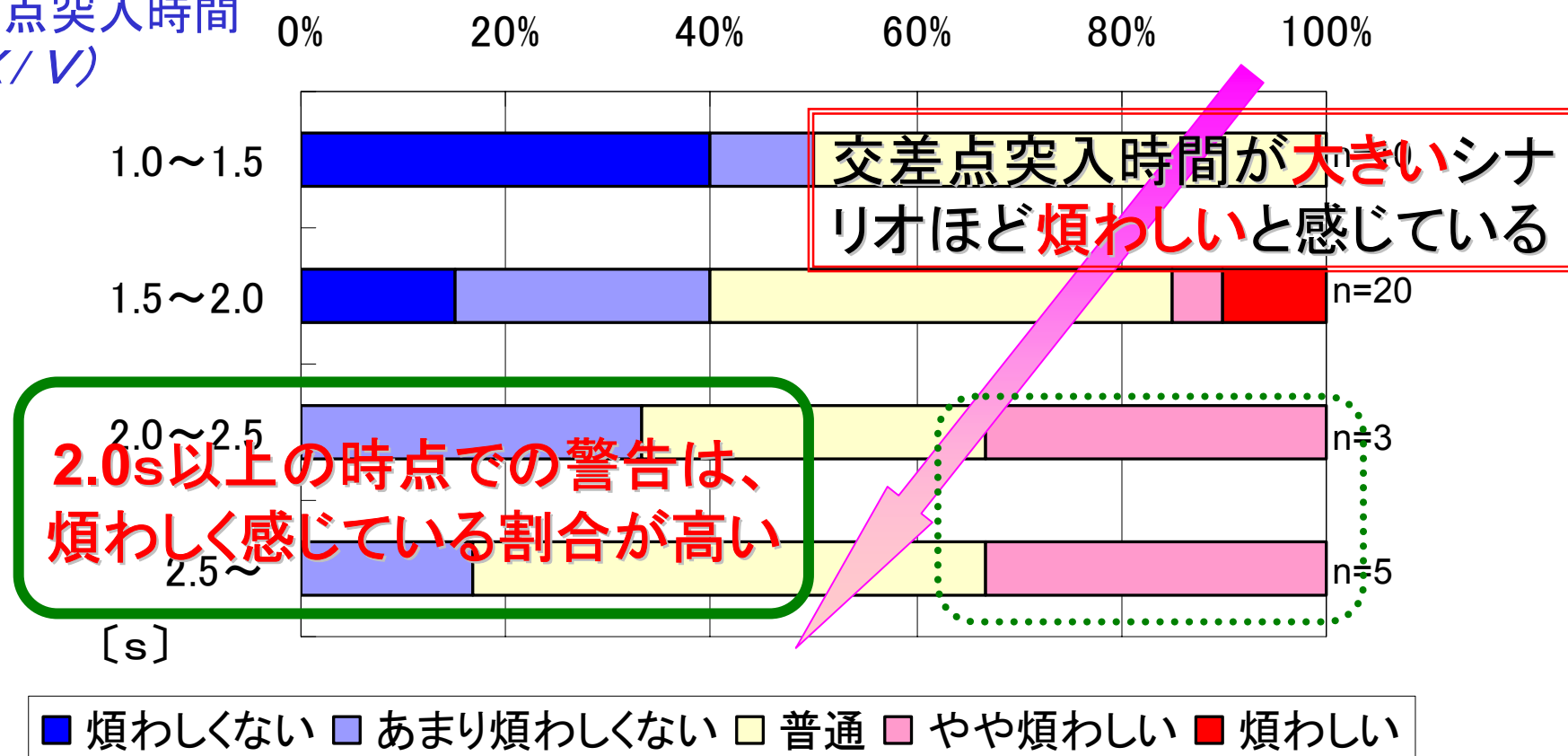


□ 警告の煩わしさ

シナリオ走行中に生じた
警告発生状況の印象

各シナリオ走行時の
平均交差点突入時間
(X/V)

シナリオの交差点突入時間ごとの
煩わしさ評価別の構成比



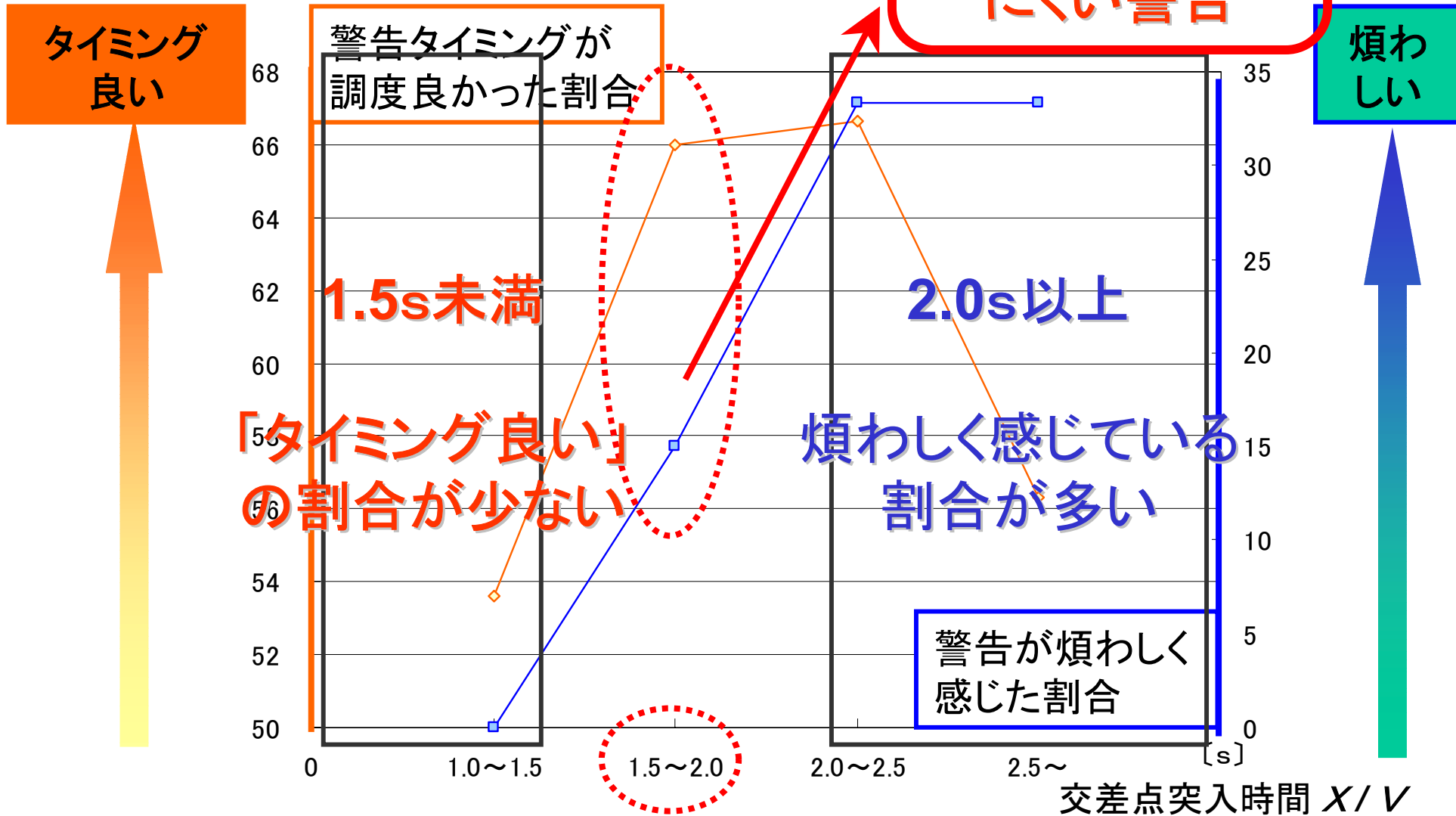
2.0s以上の時点での警告は、
煩わしく感じている割合が高い

交差点突入時間が大きいシナ
リオほど煩わしいと感じている

1. 一時停止支援警告の走行体感評価

□ 体感評価にもとづく適切な警告

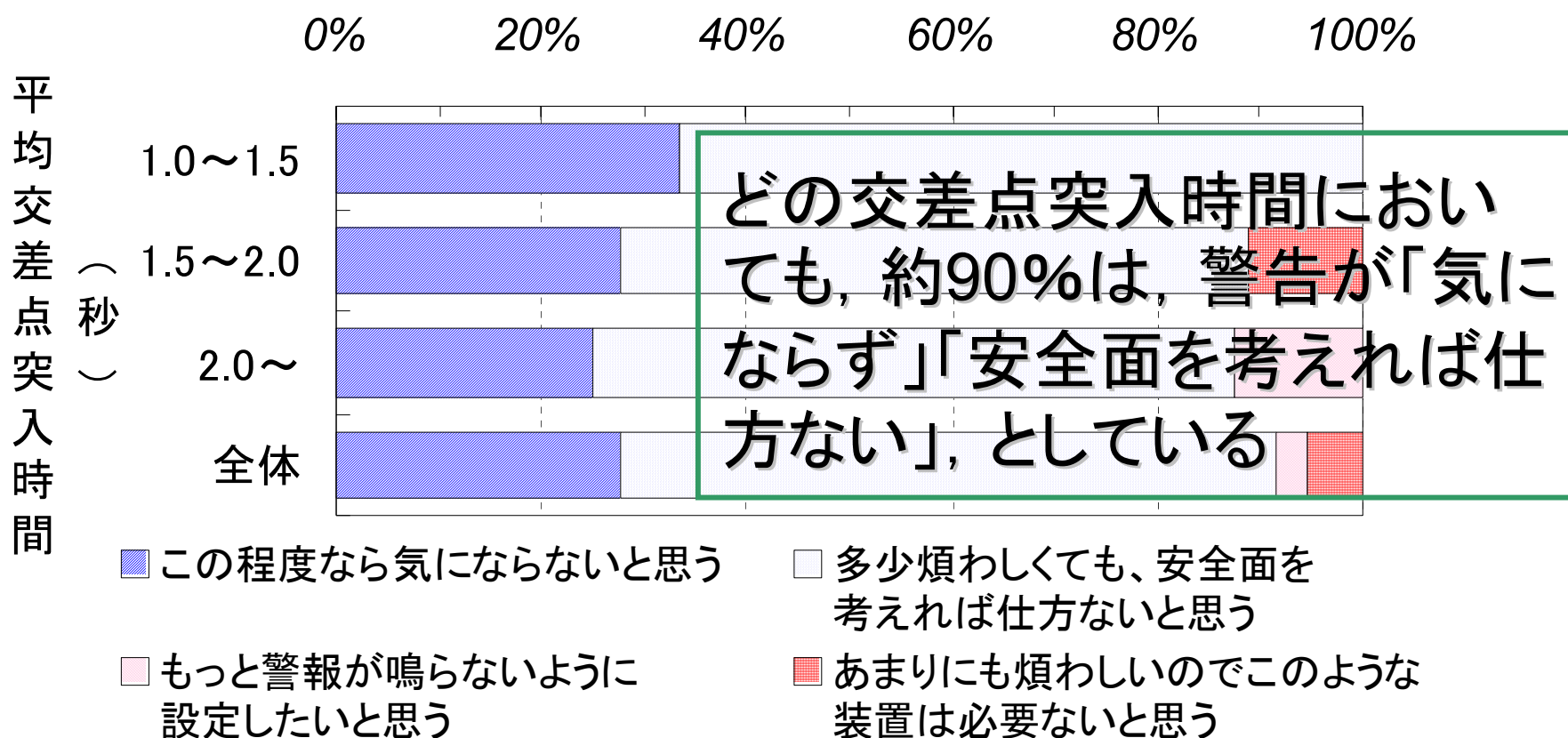
タイミングが良
く、煩わしく感じ
にくい警告



警告の煩わしさに対する受忍性

シナリオ走行中に生じた警告発生状況の印象

シナリオの交差点突入時間ごとの受忍性回答別の構成比



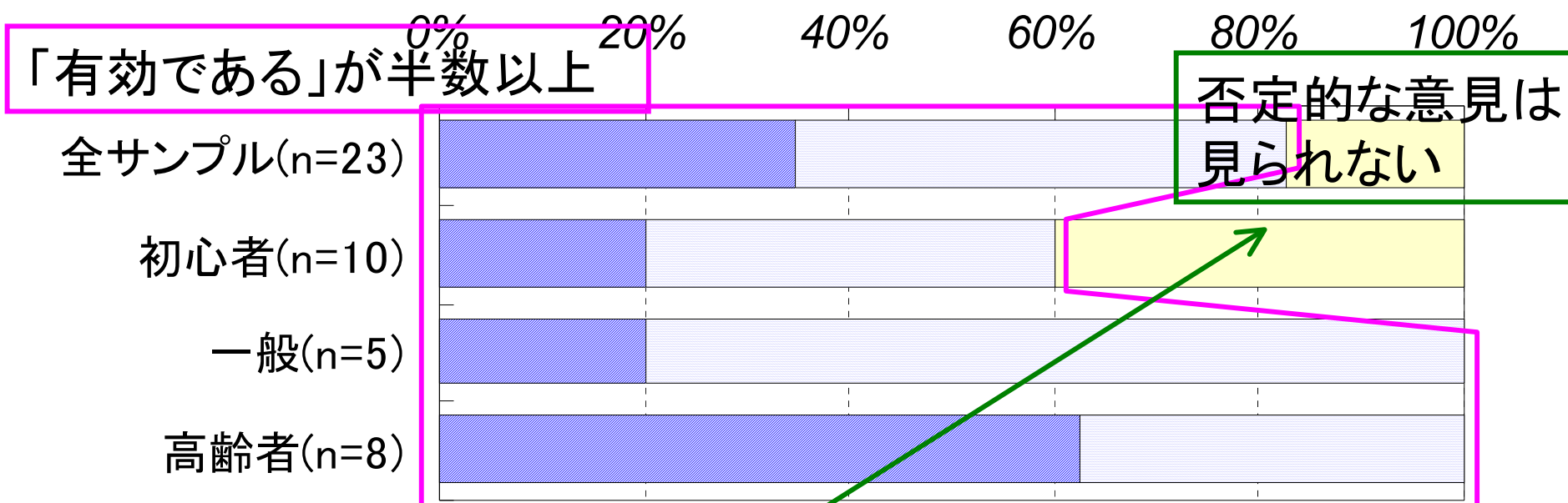
Q:このような装置が、もし車についていたらどう思いますか？

警告発生に対して**受忍性**がある

□システムの有効性

全シナリオ走行後の被験者の体感的印象

有効性回答種別ごとの構成比



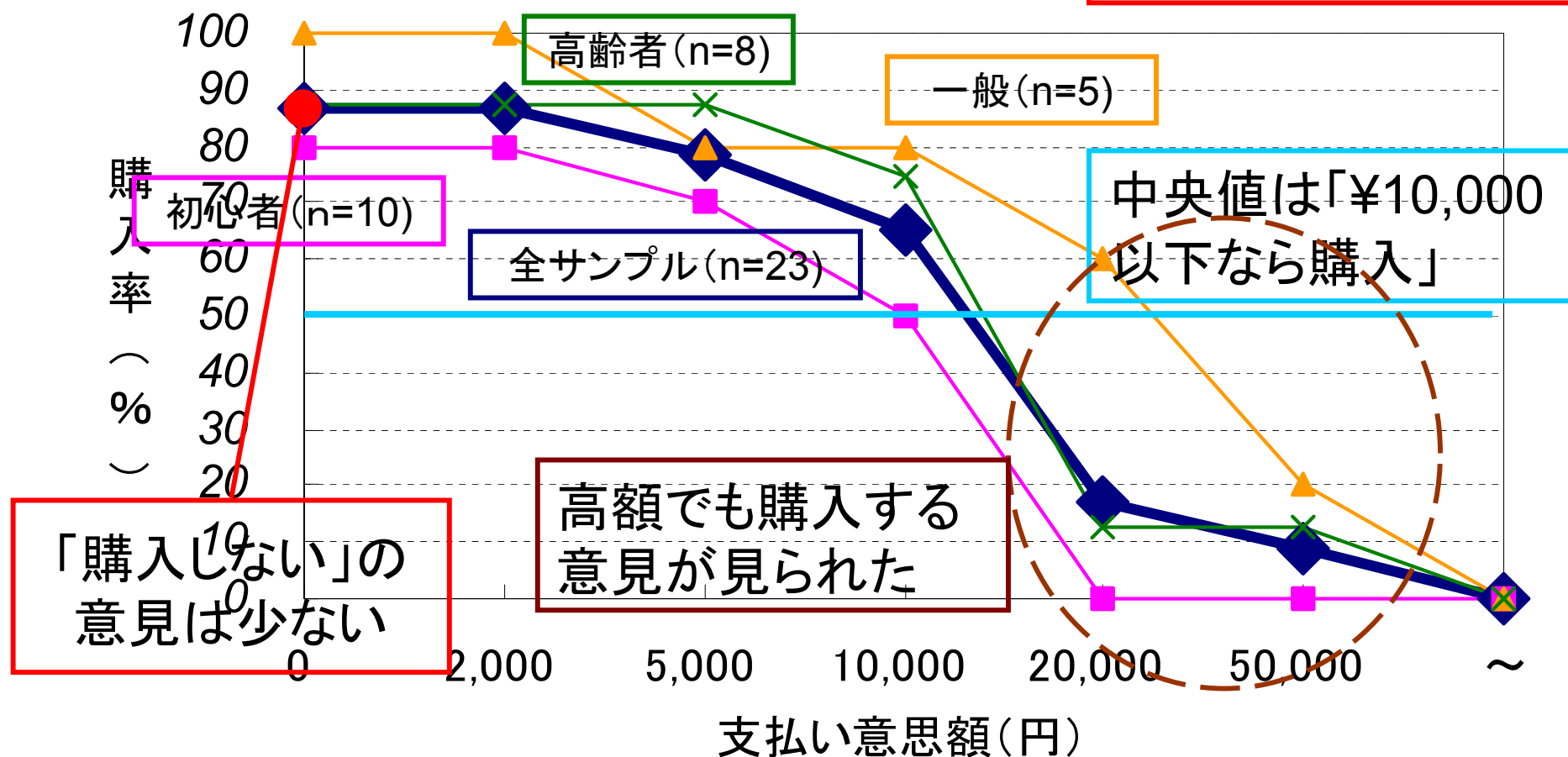
- とても有効である
- ある程度有効である
- どちらとも言えない
- あまり有効でない
- 全く有効でない
- よく分からない

Q: この警告は出会い頭事故の回避に有効と思いますか？

システムに対して**有効性**を感じている

□システムの必要性

全シナリオ走行後の被験者の体感的印象



Q: このサービスを行う車載器があれば、いくらであれば欲しいですか？

システムに対して**必要性**を感じている

2. 公道走行時の警告発生状況分析

走行シミュレーションによる発生特性の分析

□ 走行シミュレーション分析の概要

➤ 分析方法

- 一時停止支援システムを搭載したことを想定し、公道走行の**運転挙動データベース**を使って、**無信号交差点への進入挙動ごとの警告判定をシミュレーション**することで、走行中の**発生状況を推定し、発生特性を分析**。

➤ **運転挙動データベース** … 進入挙動約2300回, 走行時間約69時間

- ドライバー: 合計30名 (5年齢層男女3名ずつ)
- 走行コース: 市街地内, 無信号交差点42箇所, 総延長約24km

➤ **発生特性の分析** … 取得できる車両位置精度の違いを比較

- 正確な車両位置を用いた場合 → 「**高精度位置**」
(車両側方**ビデオ映像の解析**による交差点通過地点から車速により逆算)
- GPSによる車両位置を用いた場合 → 「**GPS位置**」
(**D-GPS**が測定した座標にもとづき算定)

□ 発生特性の評価

交差点進入ごとの警告判定状態

(進入挙動ごと)	警告が出た	警告が出なかった
危険挙動	適正警告	警告もれ
安全挙動	偽警告	適正未警告

評価指標

$$\text{適正警告率} = \frac{\text{適正警告}}{\text{危険挙動}}$$

$$\text{適正警告判断} = \frac{\text{適正警告} + \text{適正未警告}}{\text{全挙動}}$$

$$\text{警告もれ率} = \frac{\text{警告もれ}}{\text{危険挙動}}$$

$$\text{偽警告率} = \frac{\text{偽警告}}{\text{安全挙動}}$$

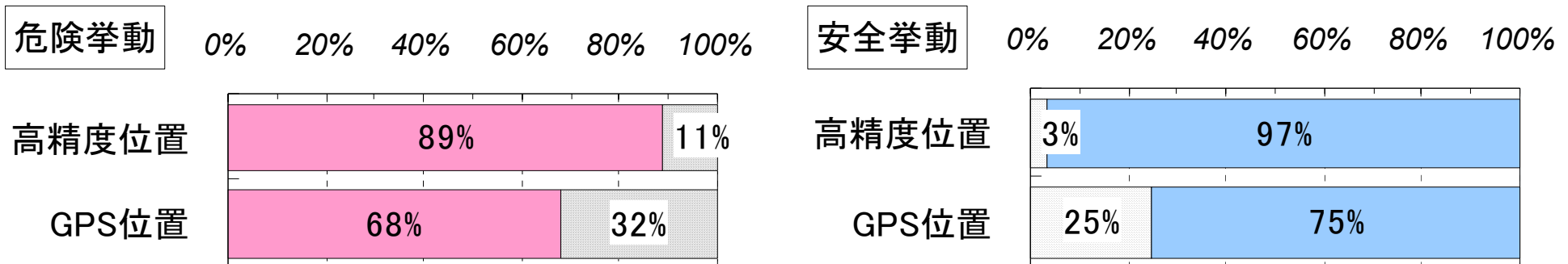
- 危険挙動・・・交差車両を発見可能な位置で急制動ブレーキをかけても交差点に突入してしまう状態にある挙動(既存研究と同様の条件)

2. 公道走行時の警告発生状況分析

19 / 24

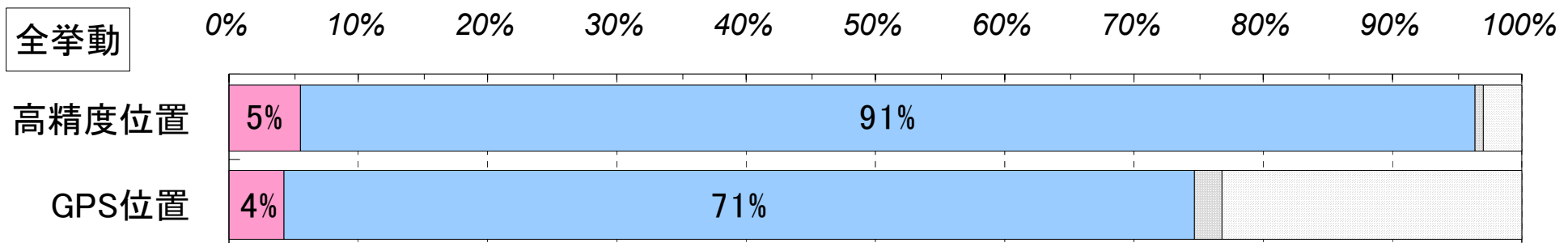
警告発生状況

■ 適正警告 ■ 警告もれ □ 偽警告 ■ 適正未警告



適正警告は、高精度位置では約90%に対して、GPS位置では大きく悪化

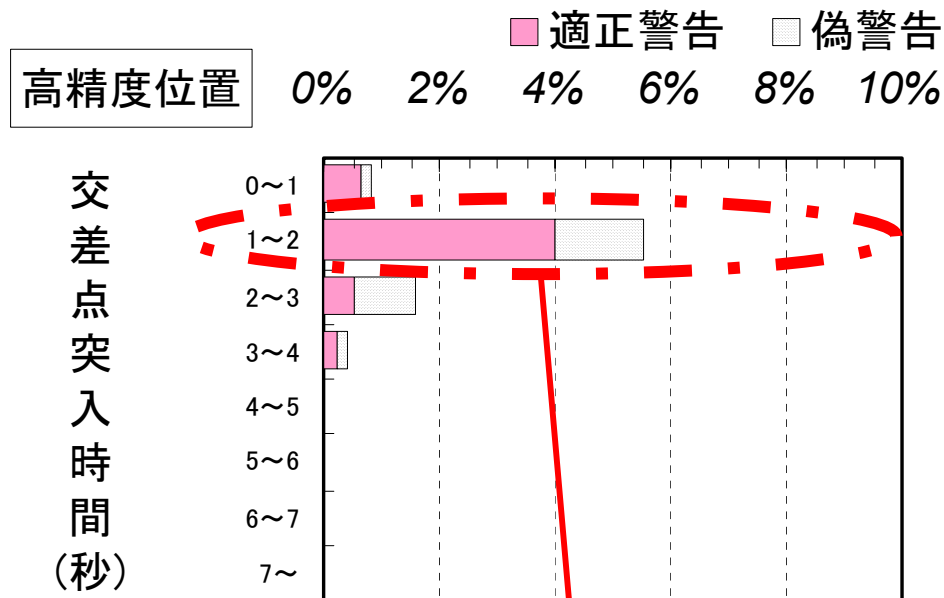
偽警告は、高精度位置では3%に対して、GPS位置では非常に多い



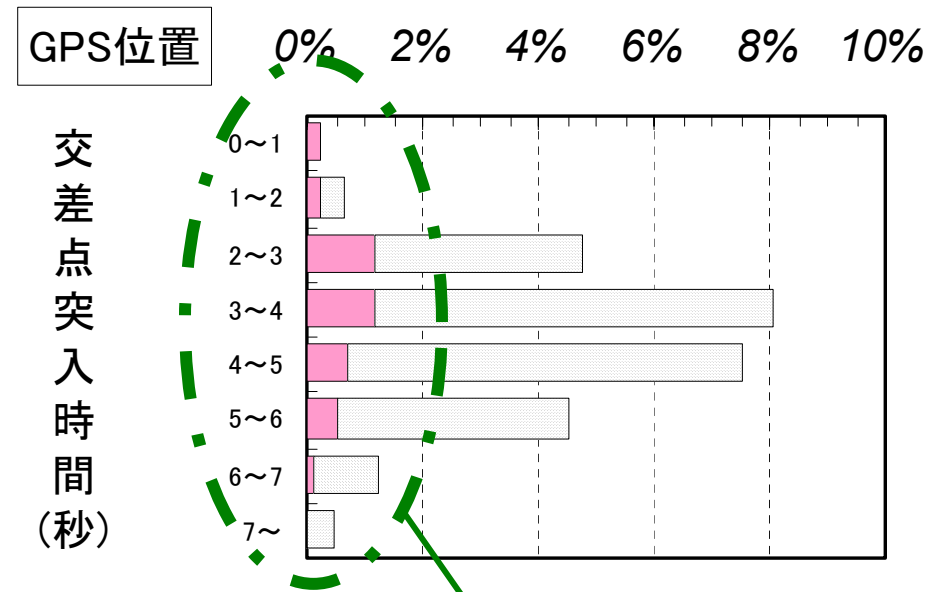
適正警告判断は、高精度位置で96%、GPS位置で75%

警告発生位置(交差点突入時間ランクごとの発生数)

(全進入挙動回数に対する比率)



1.0~2.0sが最多,
適正警告が多い



いずれの区間でも, 適正警告
は少なく, 偽警告が多い

□ 警告発生頻度

(走行コース上の無信号一時停止交差点の非優先側進入時の警告発生数)

➤ 高精度位置

- 約8% (10回通過に対し1回未満)
- コース走行中, 1時間当り3回程度

➤ GPS位置

- 約27% (10回通過に対し4回程度)
- コース走行中, 1時間当り10回程度

まとめ

1. 一時停止支援警告の走行体感評価(体感特性)

- 警告発生地点 → 交差点突入時間で, **1.5~2.0s** 時点での警告が体感上適切
- 警告発生状況に対して **受忍性** が見られる
- システムに対して **有効性**, **必要性** を感じている

2. 公道走行時の警告発生状況分析(発生特性)

- GPS位置では発生特性が大きく悪化 … 沿道建物によるGPS衛星の捕捉率の低下に起因
- 警告判定状況 → 本システム装着車両において, 高精度位置を取得できた場合, 危険挙動に対して, **約90%の適正警告**, **3%の偽警告**, **約96%の適正判断** で警告可能
- 警告発生位置 → 交差点突入時間で, **1.0~2.0s** 時点で多い

体感評価でも良好な時点

□ 今後の研究課題

- 無信号交差点一時停止支援システムとして
 - 実利用時の警告感度調節による発生特性の分析
 - 位置補正技術動向を踏まえた現状カーナビへの実装検討
- 無信号交差点での交通安全施策として
 - 既存施策との連携やその展開方法の検討
 - **応用分野の検討**
 - ドライバー教育・訓練(客観的評価による体験型?)
 - 高齢者運転支援(見落とし, 漫然運転, 高齢者に多い!?)
 - など
 - **路上設置型システム**の検討・開発
 - 車載型では対応の難しい多発箇所への緊急施策のためのITS
(車載型の課題 … 地図整備, 車両位置精度, 装置普及依存大)
 - 将来の路車協調施策への展開も想定

□ 運転挙動調査の走行コース



□体感走行実験の様子

車前方の
様子



ドライバー
の様子

フットポジション
の様子

処理プログラムの
画面