

ドライブレコーダが知る真実 — 交通事故を“防ぐ”ツールになるか —



東京大学 大学院工学系研究科 機械工学専攻



篠竹

しの もとき
小竹 元基

笹？



第112回 東京大学公開講座 “防ぐ” 2010年4月24日

※: このマークが付してある著作物は、第三者が有する著作物ですので、同著作物の再使用、同著作物の二次的著作物の創作等については、著作権者より直接使用許諾を得る必要があります。

発表の目次

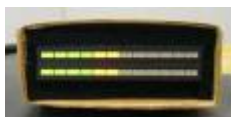
- 0. 自己紹介
- 1. 背景－交通事故の現状－
- 2. ドライブレコーダとヒヤリハットの位置づけ
- 3. ヒヤリハット分析
 - 3.1 交通事故分類との対応-
 - 3.2 前車追突ヒヤリハット-
 - 3.3 出会い頭ヒヤリハット-(時間があれば)
- 4. 交通事故低減化のための予防安全技術
- 5. まとめ

鎌田・小竹研究室

研究室では、人間・乗り物・デザインをキーワードに「安心・安全で快適な生活に役立つ技術」に関してさまざまな研究成果を世の中に出力しています。



ドライブ
レコーダ



安全判断情報システム

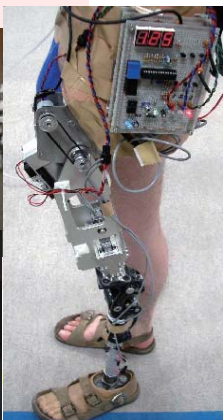


ドライビング
シミュレータ



先進安全自動車

筋ジストロフィ
者用微小力覚I/F



福祉機器

能動股義足



次世代移動体

PMR

生活支援工学
Assistive Technology

Accessibility

Synthesis

Mobility

Usability

高齢者運転能力
判断システム



情報端末



記憶支援
システム



ユニバーサル
デザイン

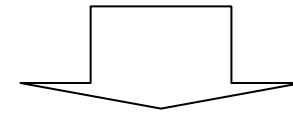
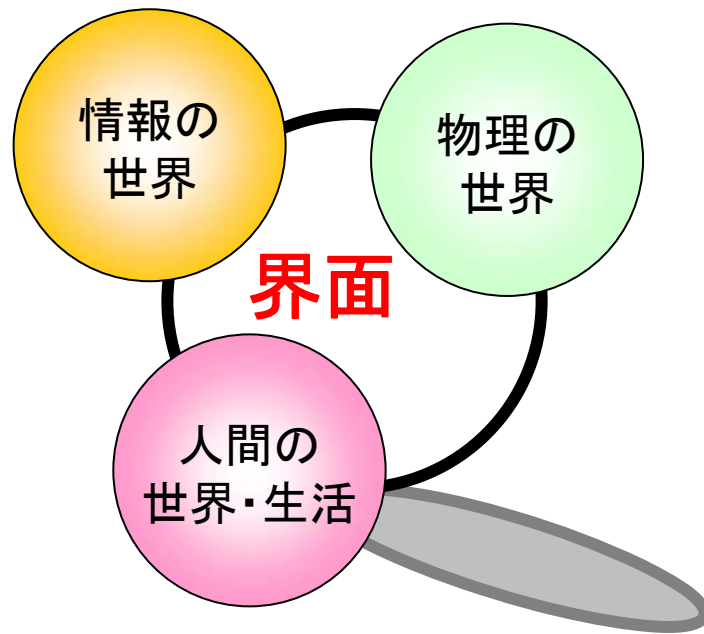
負担の少ない製品開発



生活支援工学の目指す方向性

生活支援工学におけるヒューマンインターフェイス:

物理世界・情報世界・人間世界の界面の設計



人間を中心とする生活の質
を向上させる設計

生活の安全向上(達成目標)を生活支援技術(手法)により達成し, ユーザにとって安心(評価)できる生活実現をめざす.

発表の目次

0. 自己紹介

1. 背景ー交通事故の現状ー



2. ドライブレコーダとヒヤリハット

3. ヒヤリハット分析

3.1 交通事故分類との対応-

3.2 前車追突ヒヤリハット-

3.3 出会い頭ヒヤリハット-(時間があれば)

4. 交通事故低減化のための予防安全技術

5. まとめ

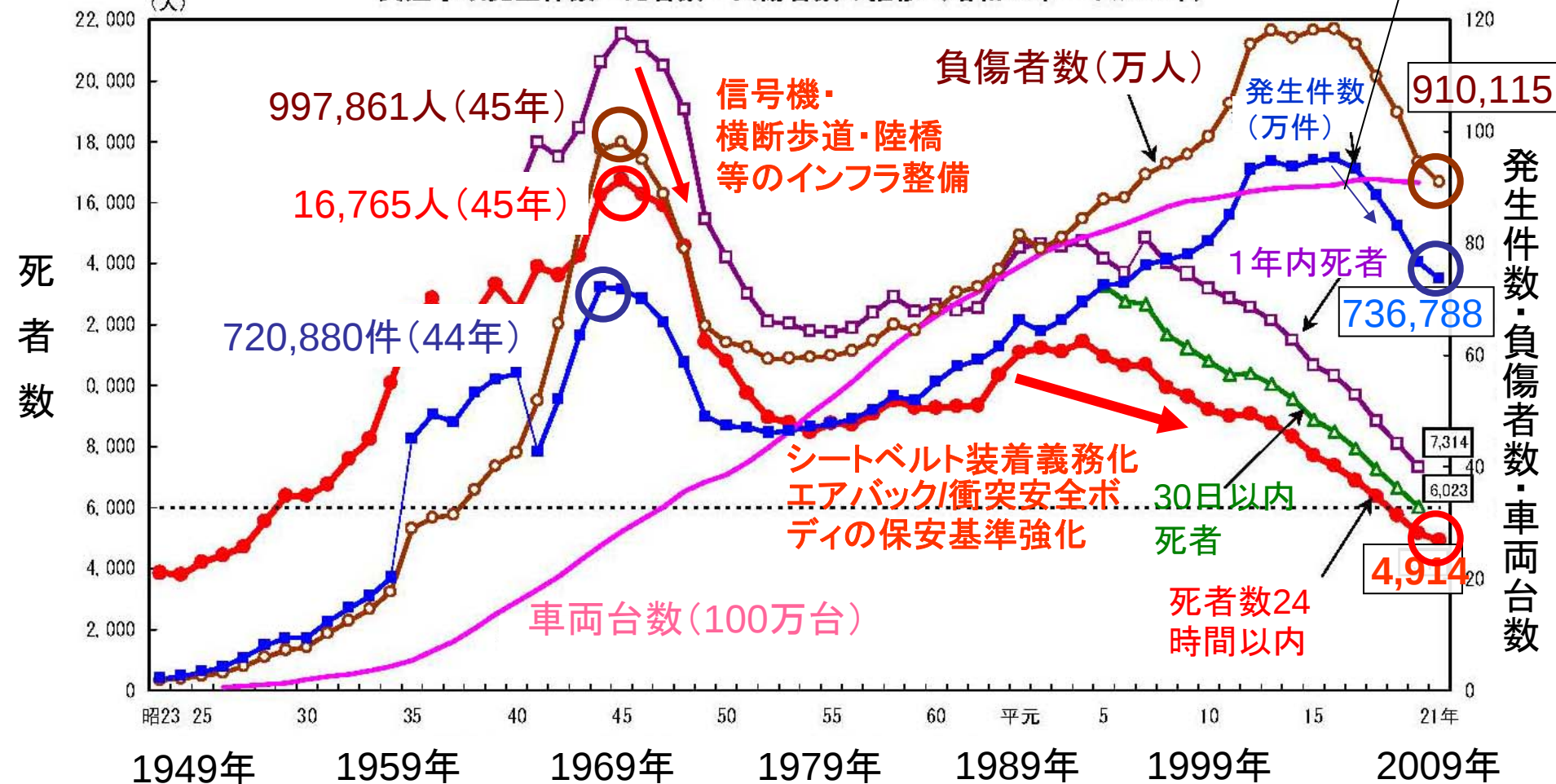
交通事故発生件数・死者数・負傷者数の推移

第一次交通戦争

第二次交通戦争

飲酒運転の
罰則の強化

交通事故発生件数・死者数・負傷者数の推移（昭和23年～平成21年）



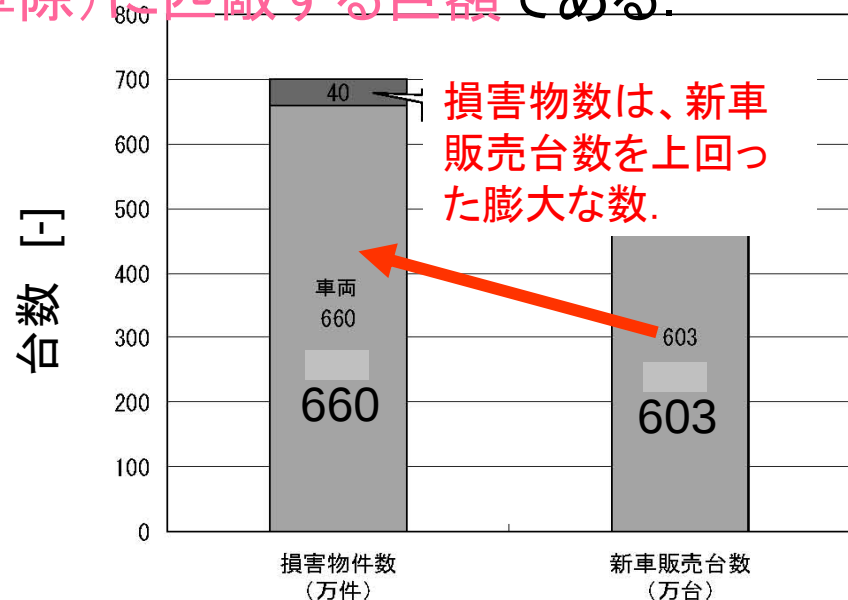
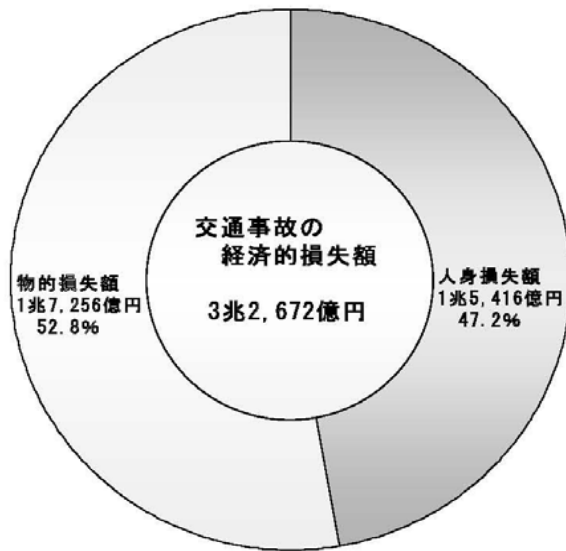
※参考: 警察庁ホームページ

<http://www.e-stat.go.jp/SG1/estat/List.do?lid=000001061639>

※講師により一部書き込みが行われています。

国内人身・物損事故 経済的損失 損保保険データ

- 人身事故による被害者は年間132万人。被害者が被った治療費、休業損害、慰謝料等の経済的損失:1兆5112億円
- 交通事故により損壊した自動車や建物等の損害物数:654万件。その経済的損失額は1兆7113億円。
- この人身損害額と物的損失額の合計は、神奈川県と埼玉県の年間予算の合計額(補正予算除)に匹敵する巨額である。



2007年度 自動車保険データにみる交通事故の実態

著作権情報: 社団法人日本損害保険協会 (<http://www.sonpo.or.jp/archive/report/traffic/index.html>)

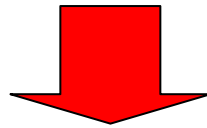
近年、交通事故死者数が減少している効果の要因

○シートベルト着用者率の向上

- ・ シートベルト非着用者の致死率は、着用者の13倍以上であり、シートベルトの着用が交通事故の被害軽減に寄与している。
- ・ シートベルト着用者率は、平成5年以降ほぼ毎年向上している。

○事故直前の車両速度の低下

4914人の死者数を更に減少するには？

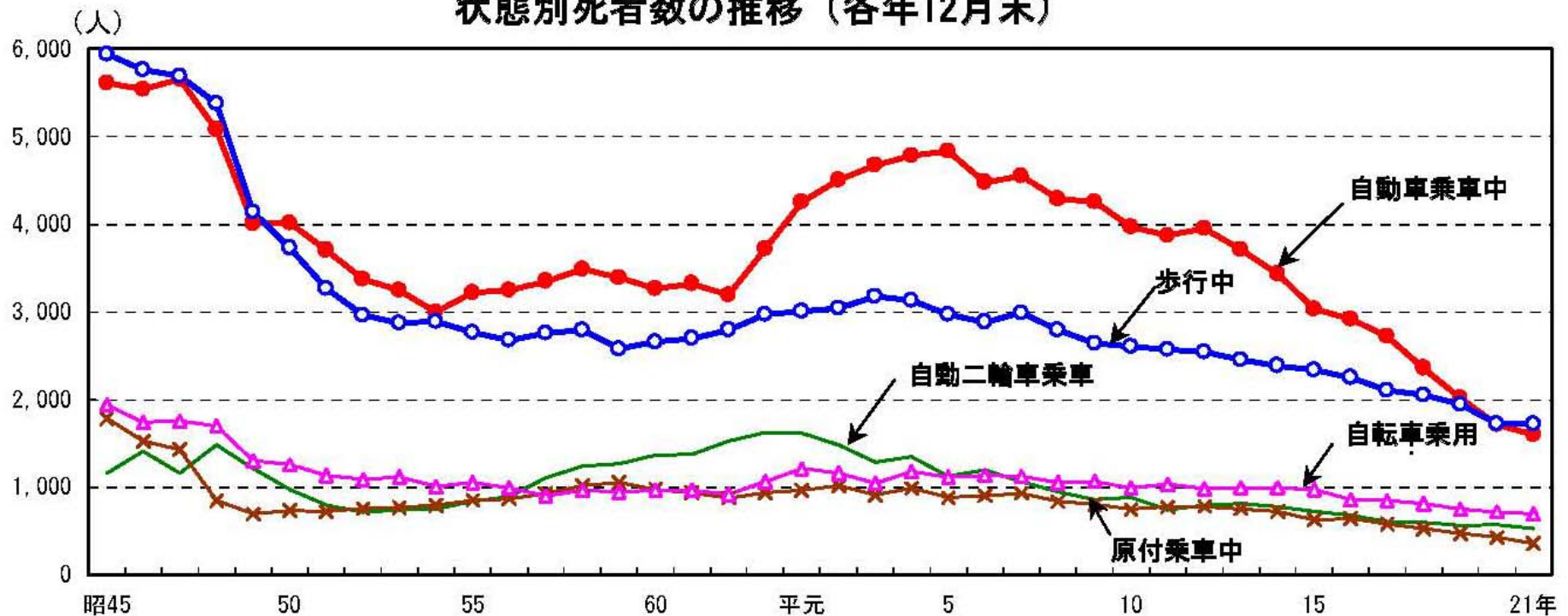


交通事故による死者の状況と特徴

- ・ 過去10年間では歩行中の死傷者数は漸減傾向にあり、違反のある者の割合が減少傾向にある。
- ・ 警察庁, 国土交通省: 信号機等の交通安全施設の整備, 事故危険箇所対策の推進等, 道路の構造面の改善, 交通指導取締りの実施
- ・ メーカー: 自動車エアバッグ装着車やABS装着車など車両の構造面からの安全性向上
- ・ 緊急医療体制の整備, 救急搬送ヘリの整備

-交通事故における死者の状況と特徴-

状態別死者数の推移（各年12月末）

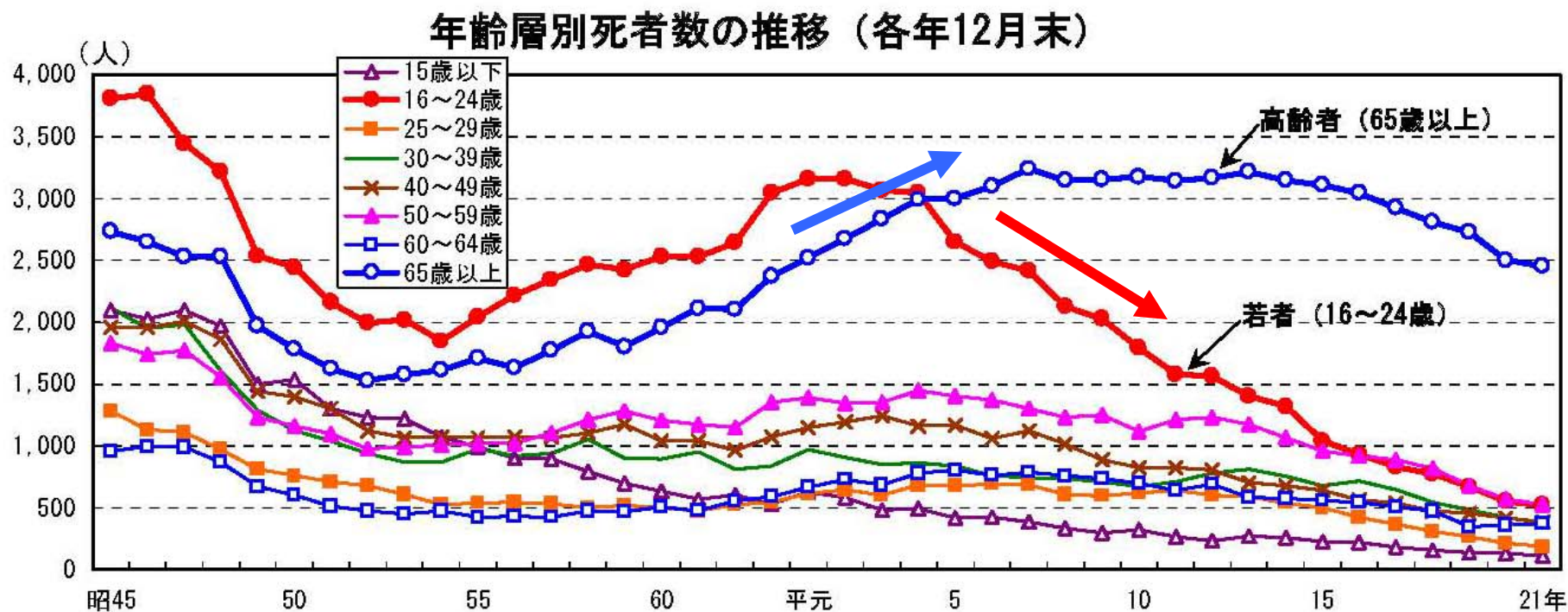


参考：警察庁ホームページ

<http://www.e-stat.go.jp/SG1/estat/List.do?lid=000001061639>

-交通事故における死者の状況と特徴-

年齢層別死者数の推移: 全ての年齢層で減少し、高齢者の占める割合は、ほぼ半数.



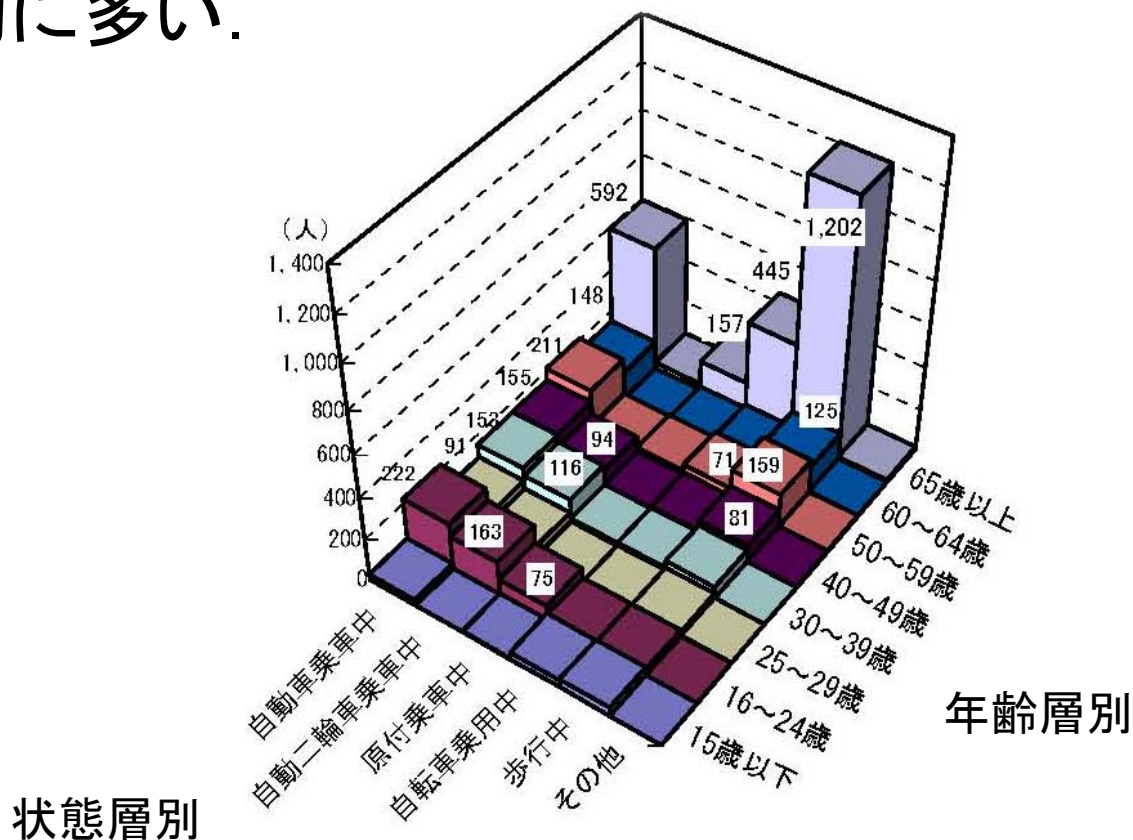
○ 年齢層別死者数の推移 (各年12月末)

†参考: 警察庁ホームページ

<http://www.e-stat.go.jp/SG1/estat/List.do?lid=000001061639>

-交通事故における死者の状況と特徴-

年齢層別状態別死者数の状況: 歩行中, 自動車及び自転車乗車中の65歳以上の高齢者の死者が圧倒的に多い.



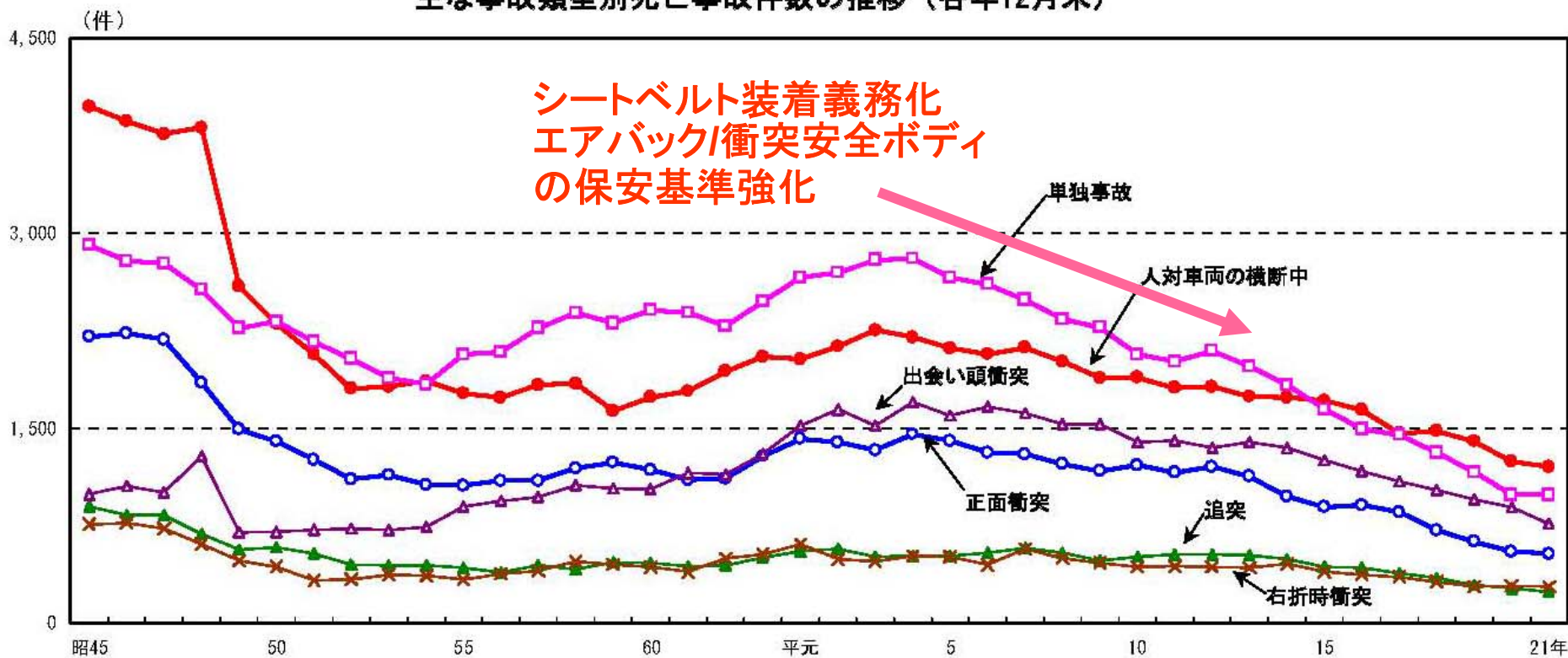
参考: 警察庁ホームページ

<http://www.e-stat.go.jp/SG1/estat/List.do?lid=000001061639>

-交通事故における死者の状況と特徴-

事故類型別の状況と特徴: 人対車両の横断中や車両相互の出会い頭衝突が多い。

主な事故類型別死亡事故件数の推移（各年12月末）



参考：警察庁ホームページ

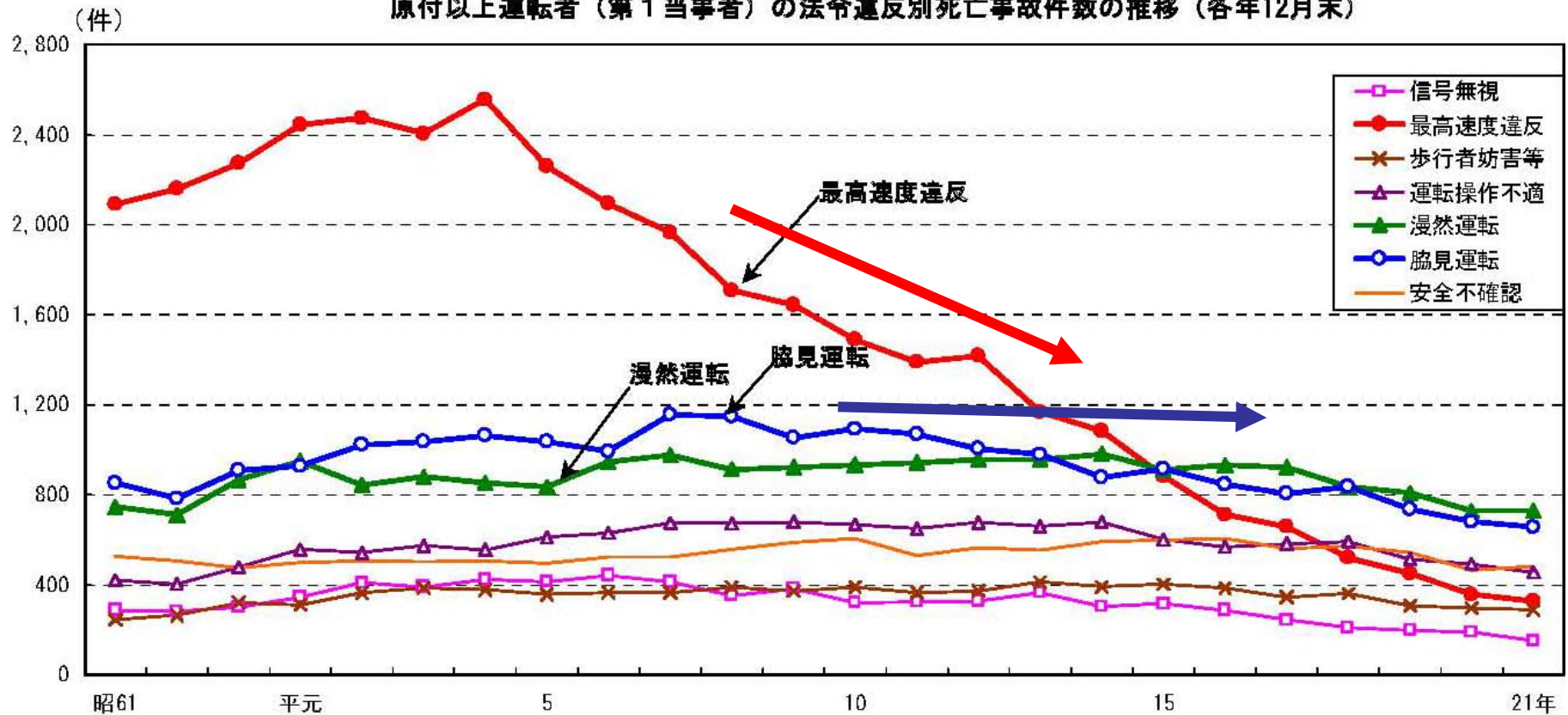
<http://www.e-stat.go.jp/SG1/estat/List.do?lid=000001061639>

※講師により一部書き込みが行われています。

-交通事故における死者の状況と特徴-

法令違反別死亡事故件数: 最高速度違反による事故は大きく減少. 脇見運転, 漫然運転による事故が漸近状態. 特に, 交差点や非市街地での単路での事故が多い.

原付以上運転者（第1当事者）の法令違反別死亡事故件数の推移（各年12月末）



参考: 警察庁ホームページ

<http://www.e-stat.go.jp/SG1/estat/List.do?lid=000001061639>

-交通事故における死者の状況と特徴-

- ・歩行者・自転車事故対自動車による死者数が増加傾向.
- ・事故類型では、単独事故から人対車両事故に移行.
- ・脇見運転や漫然運転による人対車両による事故が多い.
- ・高齢者が占める割合が大きく、若者の占める割合が10年間で激減.
- ・高齢運転者は優先通行妨害、一時不停止、運転操作不適といった法令違反により死亡事故.
- ・飲酒運転やシートベルトに関する道路交通法の改正による効果大.

-交通事故における死者の状況と特徴-

・歩行者・自転車事故対自動車による死者数が増加傾向.

・事故類型では 単独事故から人対車両事故に移行

4914人の死者数を減らす対策は？

・脇見運転、反則運転による人対車両事故が増加

・高齢者が占める割合が大きく、若者の占める割合が10年間で減少.

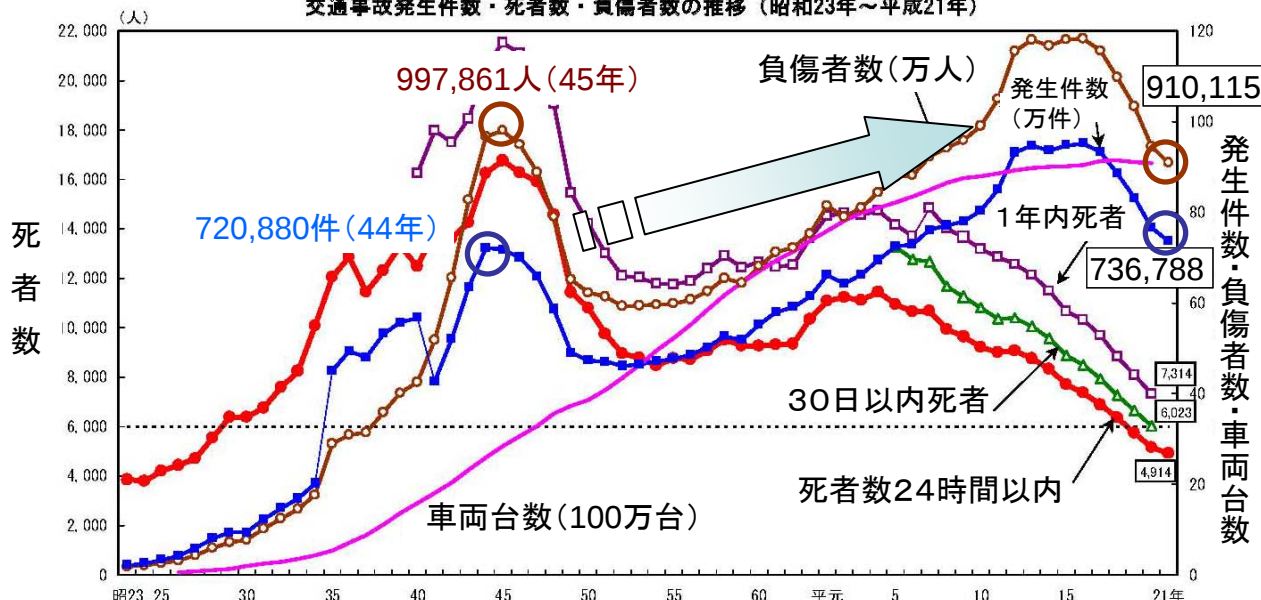
・高齢者・人・自転車対車両の事故対策

・高齢者(歩行中, 自動車運転中)の事故対策

・飲酒運転による事故対策

交通事故死傷者数，発生件数

交通事故発生件数・死者数・負傷者数の推移（昭和23年～平成21年）



事故発生件数は、多い

事故発生件数

昭和44年：720,880件

平成21年：736,788件

負傷者数

昭和45年：997,861人

平成21年：910,115人

安心安全な社会の構築のため
事故を根源からなくしていく取り組みが必要

事故自体を未然に防ぐ予防安全技術の開発

事故に至るまでの情報が必要

※参考：警察庁ホームページ，<http://www.e-stat.go.jp/SG1/estat/List.do?lid=000001061639>

※講師により一部書き込みが行われています。

交通事故死傷者数，発生件数を低減化するには？

事故低減方法のひとつ

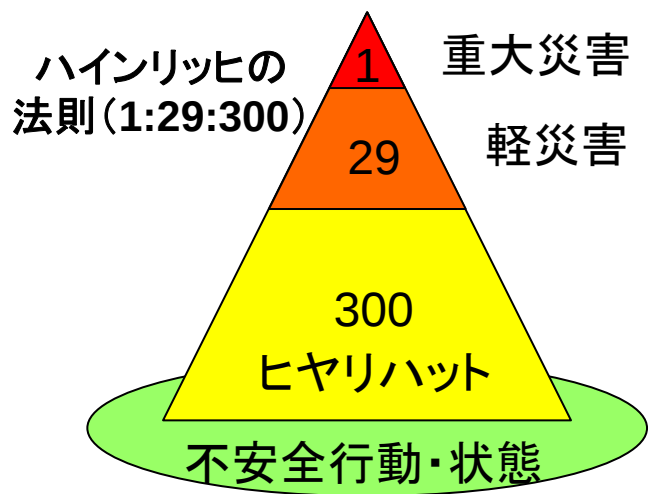
交通事故発生メカニズムの解明

- ・ 数が少ない
- ・ 個人情報保護法

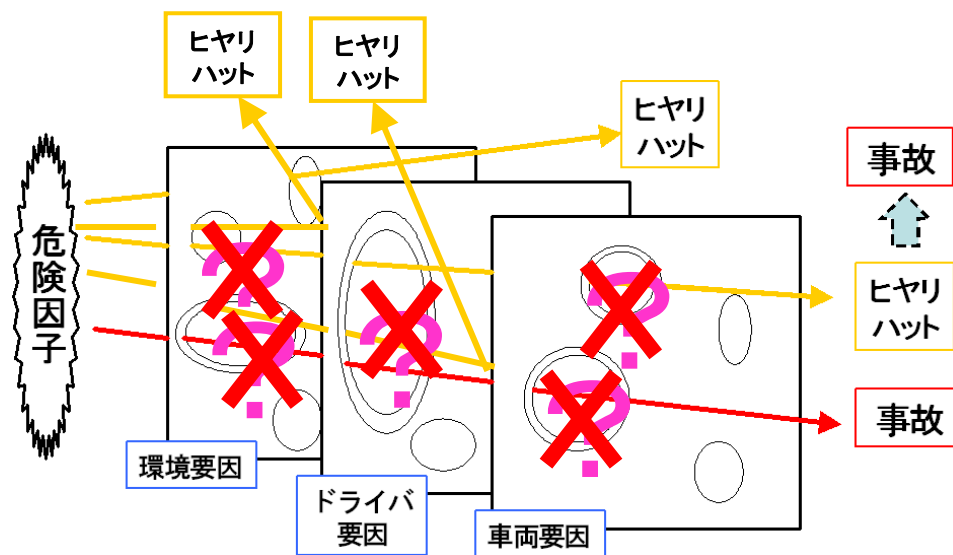
解析を行うために困難を伴う



Herbert William Heinrich



ヒヤリハットを徹底的に解析
→危険因子の特定



事故そのものの防止

ドライブレコーダを活用

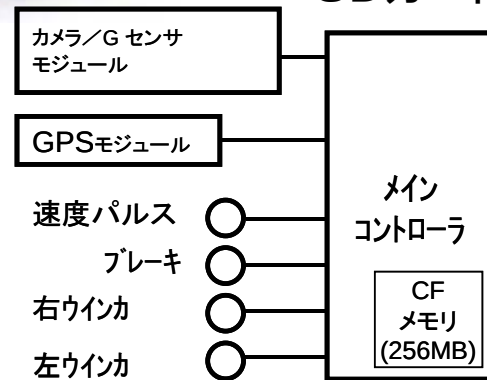
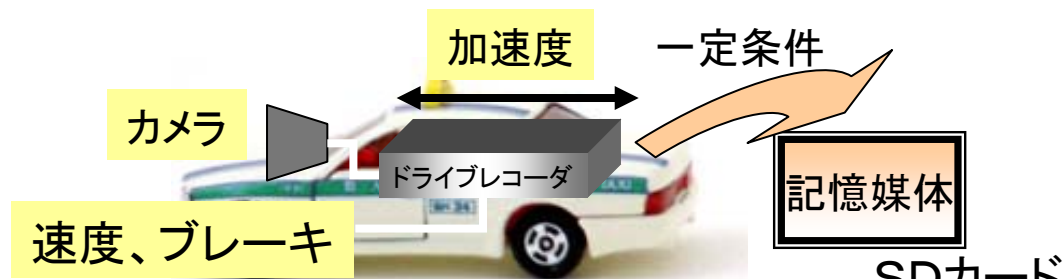
ヒヤリハット研究の全体像

大目標：交通事故発生メカニズムを明らかにし、有効な防止措置をはかりたい

- 交通事故データの問題点
 - 事後調査によるあいまいな情報もある
 - 事故に至るまでの過程の詳細が不明
 - ミクロデータはデータ数が多くない
- ドライブレコーダで集めるヒヤリハット
 - 事故より高確率で発生（**ハインリッヒの法則**）
 - ヒヤリハットに至るまでの過程を取得可能（予防安全技術の方針への展開）
 - 多数のヒヤリハットをデータベース化して、事故防止策の検討へつなげたい（教育・啓蒙活動等）

ドライブレコーダの開発とその機構

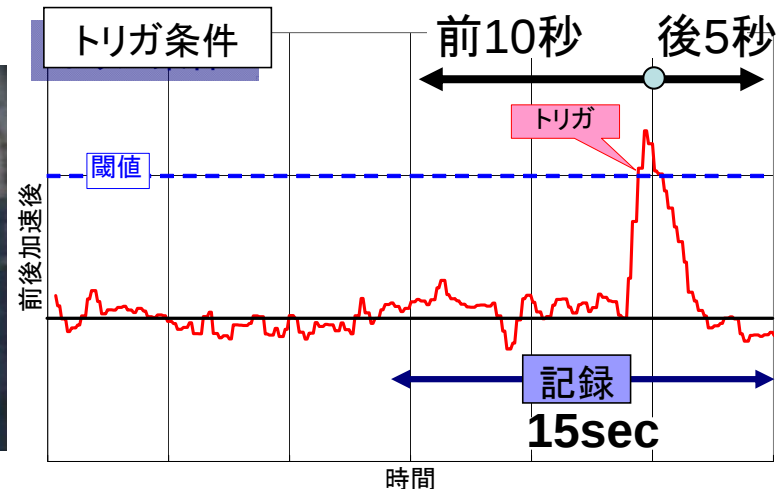
フライトレコーダの自動車版(簡易型:必要最低限の情報取得)



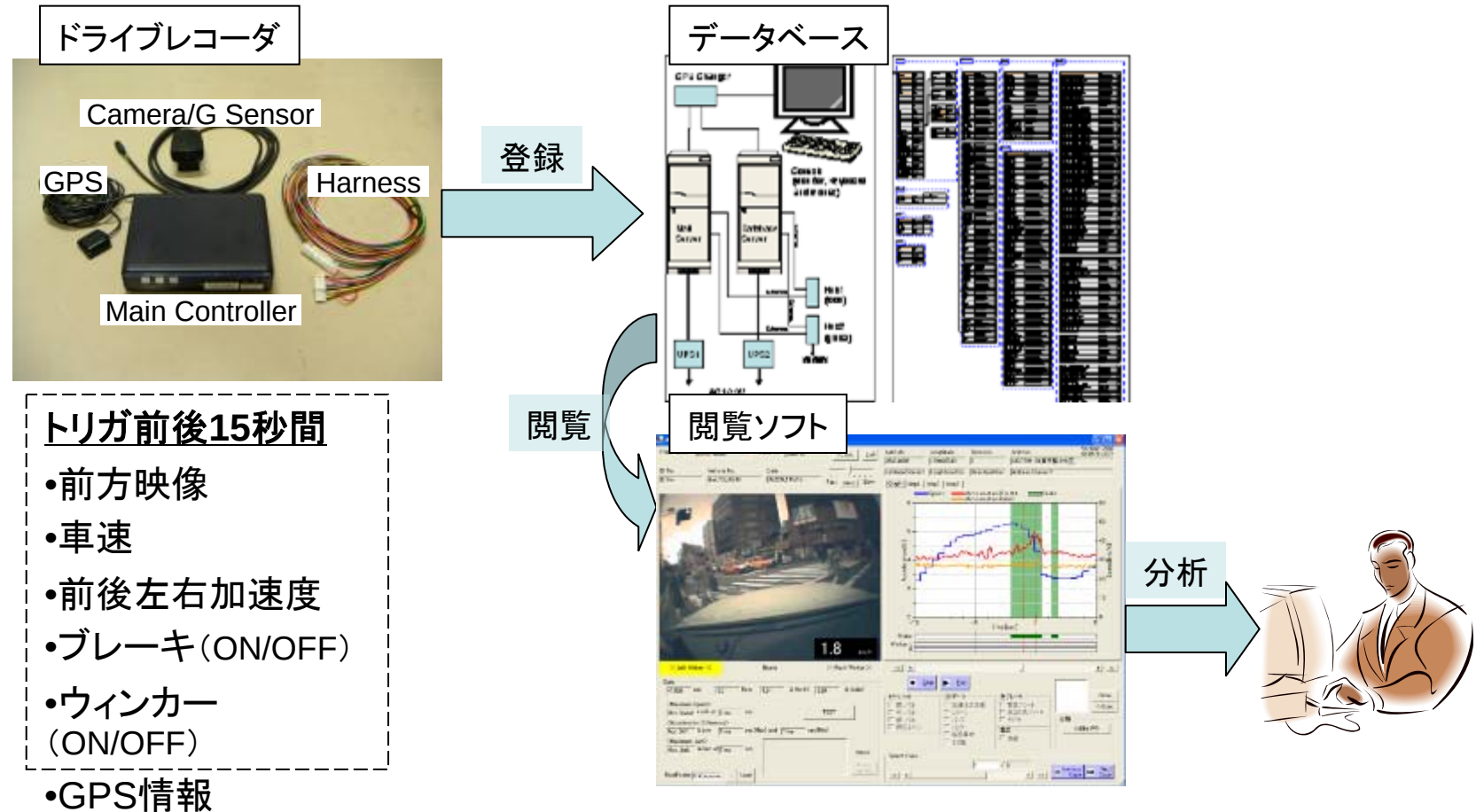
都内タクシー35台に搭載
2005年1月25日～2006年1月19日
14,877データを収集

膨大なデータを解析するための
専用のデータベースシステムを
構築する必要

トリガ: 0.5G以上の前後左右の合成
加速度が90msec以上続く場合.



ヒヤリハットデータベースシステム



これまでに**約3万件以上**のヒヤリハットを収集・分類

国内外でも類をみない貴重なデータベース

データベースの仕様

交通事故分析センターの交通事故統計の分類を参考。
「自車動作」「対象動作」「ヒヤリハットタイプ」等

ヒヤリハットデータベース



ヒヤリハット or NOT

基本データ

日時
車両
場所
速度
...etc
計40項目

対象

■ヒヤリハット対象
人
自転車
(性別・年齢)
四輪車
二輪車
(車種)
単独
...etc
計25項目

自車状態

■自車進行状態
発進時
加速中
減速中
...etc
計8項目

■自車動作・発生時期
交差点直進中
交差点進入時
右折準備時
右折開始時
右折中
...etc
計87項目

ヒヤリハット状況

■ヒヤリハットタイプ
(人、自転車)
飛び出し
右左折中横断者
...etc
計6項目

■衝突形態
(四輪二輪)
正面衝突
追突
...etc
計9項目

■ヒヤリハットタイプ
(四輪二輪)
右直
追突
割込み
...etc
計11項目

■ヒヤリハットタイプ
(単独)
信号見落とし
駐車車両衝突
...etc
計9項目

相手状態

■相手状態
(人、自転車)
対面通行中
背面通行中
横断中
...etc
計17項目

■他車進行状態
発進時
加速中
減速中
...etc
計8項目

■他車動作・発生時期
交差点直進中
交差点進入時
右折準備時
右折開始時
右折中
...etc
計87項目

相手との距離

周囲環境

■道路環境
(不変)
道路形状
優先道路の有無
信号の有無
停止線の有無
車線数
明るさ
人通り
交通量
駐車車両
...etc
計41項目

要因

■要因
安全不確認
安全速度
脇見
漫然
通行妨害
信号無視
動静不注視
...etc
計90項目

説明文

ユーザインタフェース

MovieWindow made by FSOF

Editor Name Mitsunobu Fujita Case ID. 2831 To Init Exit Latitude 35.691117222 Longitude 139.786232778 Direction none Address 東京都

ID No. 248 Vehicle No. 足立500あ7624 ID

Fast Norm Slow

動画

緯度・経度

地図

車速

方向指示器 30.0 km/h

ブレーキ

特徴値

説明文

直進中、左の駐車車両のドアが突然開いたために急ブレーキで減速。

Speed Acceleration(Forth) Acceleration(Side)

車速・加速度・ブレーキ・方向指示器のグラフ

Brake Winker L R

Stop Play

ヒヤリハット

高レベル 中レベル 低レベル 反応レベル

ゴミデータ

加速後の減速 Uターン バンク バック 機器異常 その他

急ブレーキ

客急ブレーキ 単なる急ブレーキ その他

事故

事故

分類

分類を行う

Select Case 133 / 161

Previous Case Next Case

慣れた人ならばヒヤリハット1件につき5分程度で登録が可能

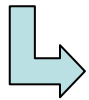
ヒヤリハットマップの作成

ヒヤリハットデータをグーグルアースに表示
(国土交通省国土技術政策総合研究所協力)

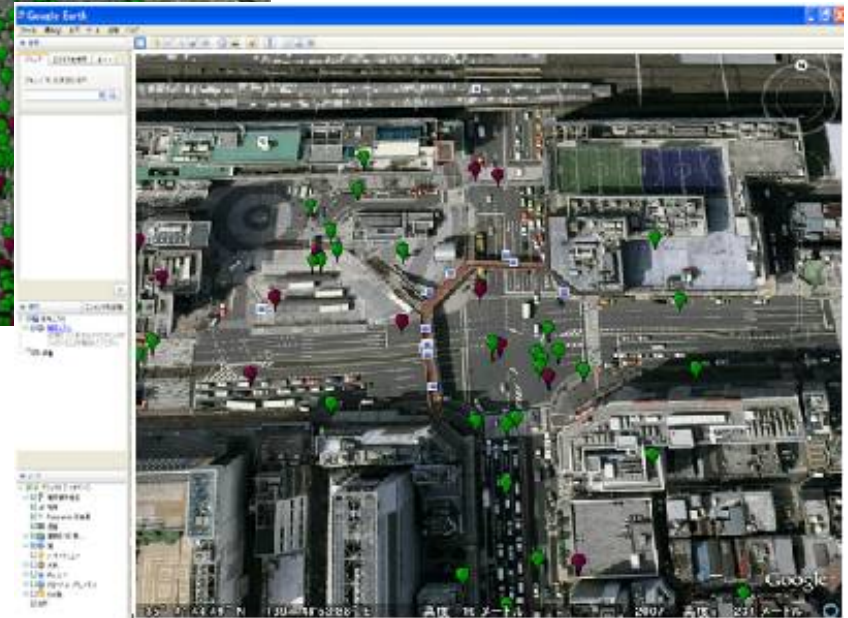
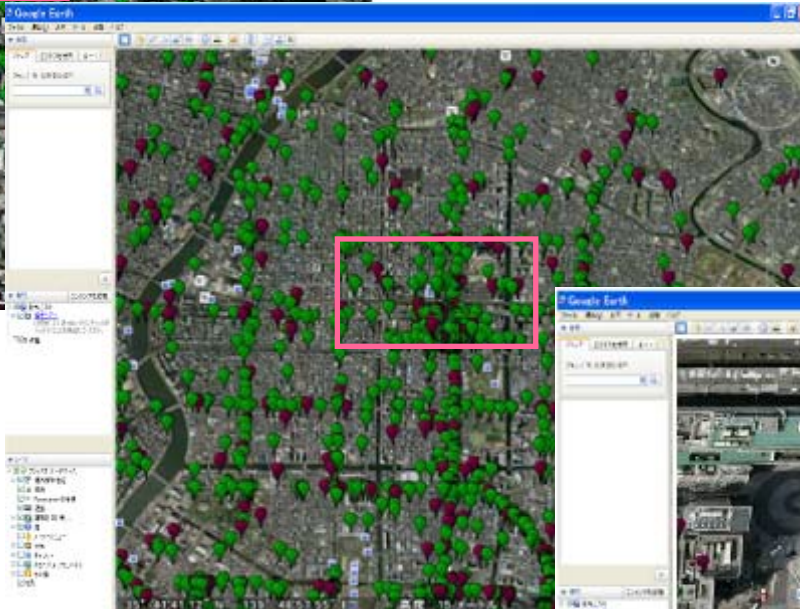
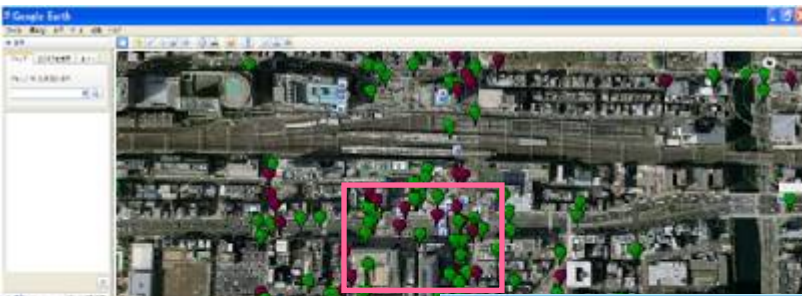
JR錦糸町周辺

都内江東区周辺

ヒヤリハット多発地点
の明確化



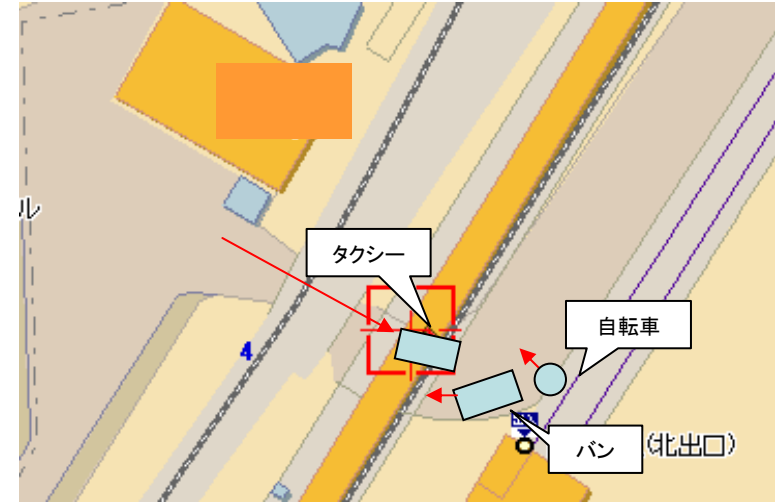
危険場所の見える化



ヒヤリハット分析例(バン後方自転車との飛び出し)



時刻 03/12/18 17:22:44.064 (-8.796s)
 Acc X +0.8 Y +0.0(m/s²) Yaw -4.7(°/s)
 速度 21.3(Km/h)
 位置 N35°43'59.04" E139°47'55.26" (94.5°)

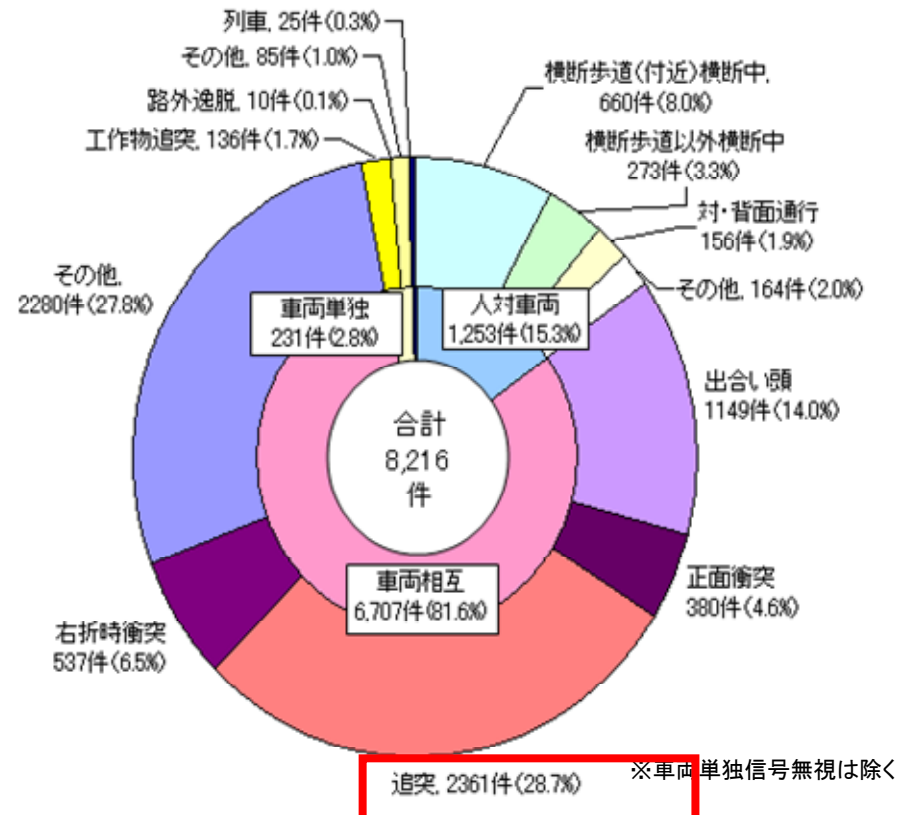
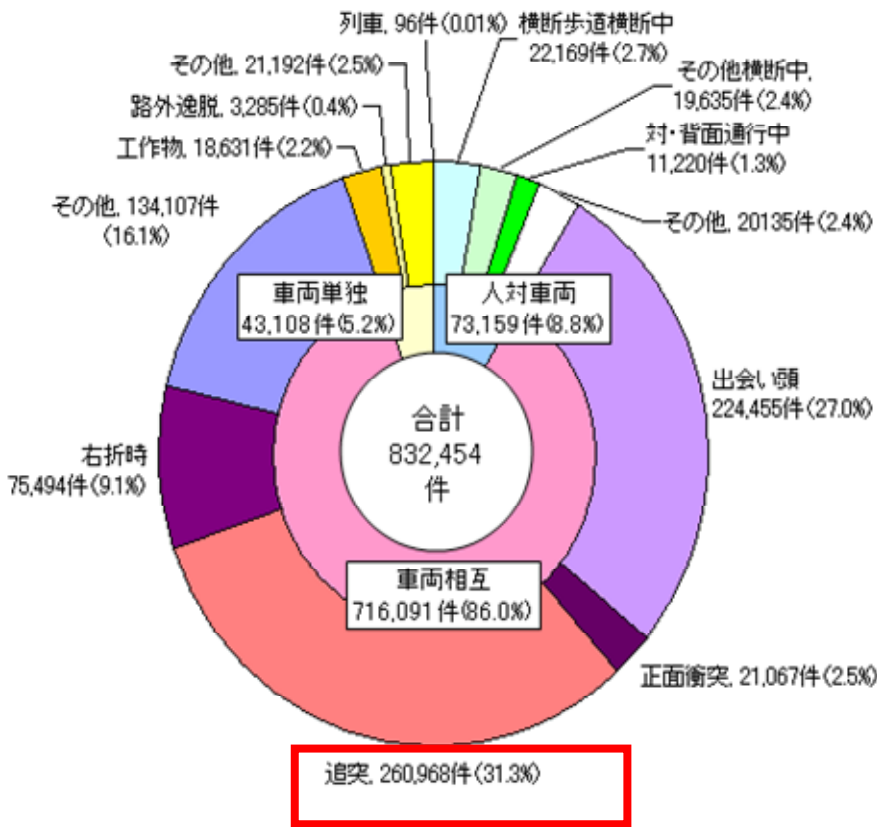


＜考えられる原因と改善案＞

悪視界	ライト設置
死角	ミラー
カーブでの視点(左に集中)	
思い込み、気の緩み(横断歩道／工事現場)	
自転車側不注意	
横断歩道以外で横断しやすい道路	柵の設置

道路環境の面から改善も可能な例

交通事故とヒヤリハットの比較



交通事故統計 (平成19年) 出典: 警察庁交通局

ヒヤリハットデータベース (高・中レベル)

一部発表者による書き込みあり。

交通事故と同じ傾向
四輪車相互の追突に注目
→ヒヤリハットを解析することで事故要因の把握が可能

四輪車相互の 追突ヒヤリハット分析



事故

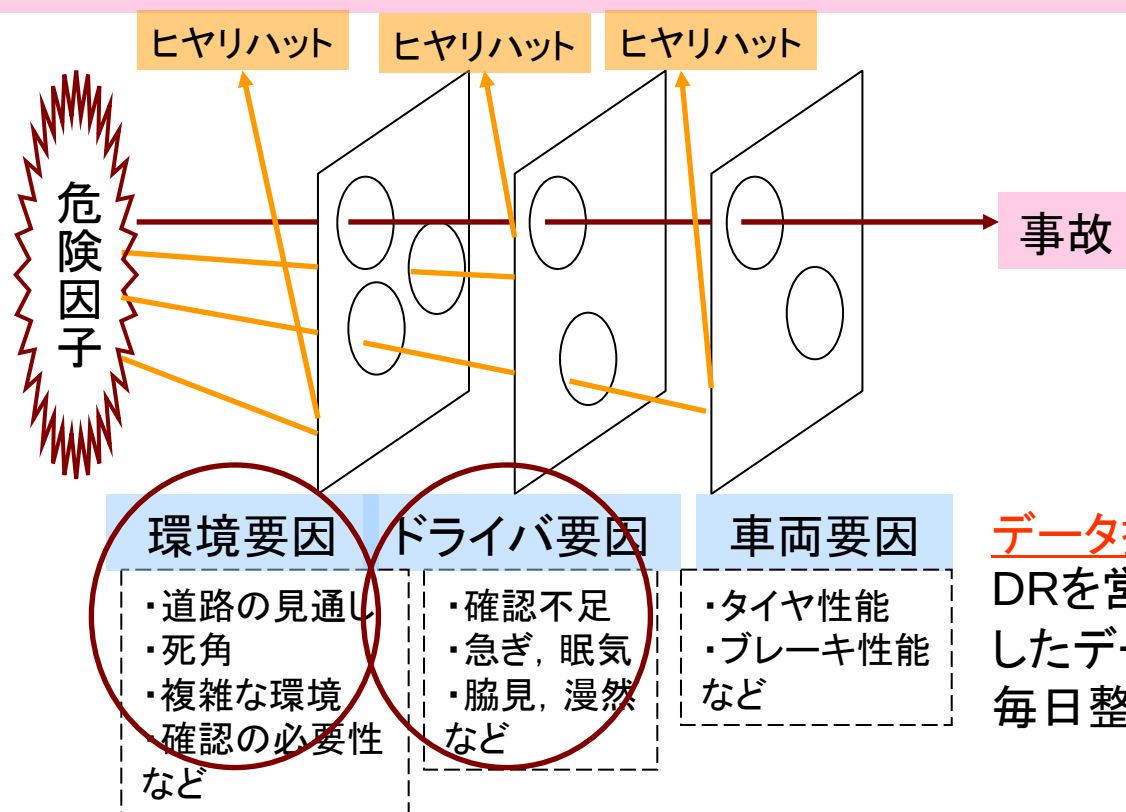


ヒヤリハット

小竹 元基 岡田 洋祐 三栗谷 祥

分析方針

- ヒヤリハットデータベースを用いて、発生件数の最も多い追突ヒヤリハットの分析を行う。
- 四輪車相互の追突事故低減につなげていくため、ヒヤリハットの詳細解析から、その発生要因の把握を行う。

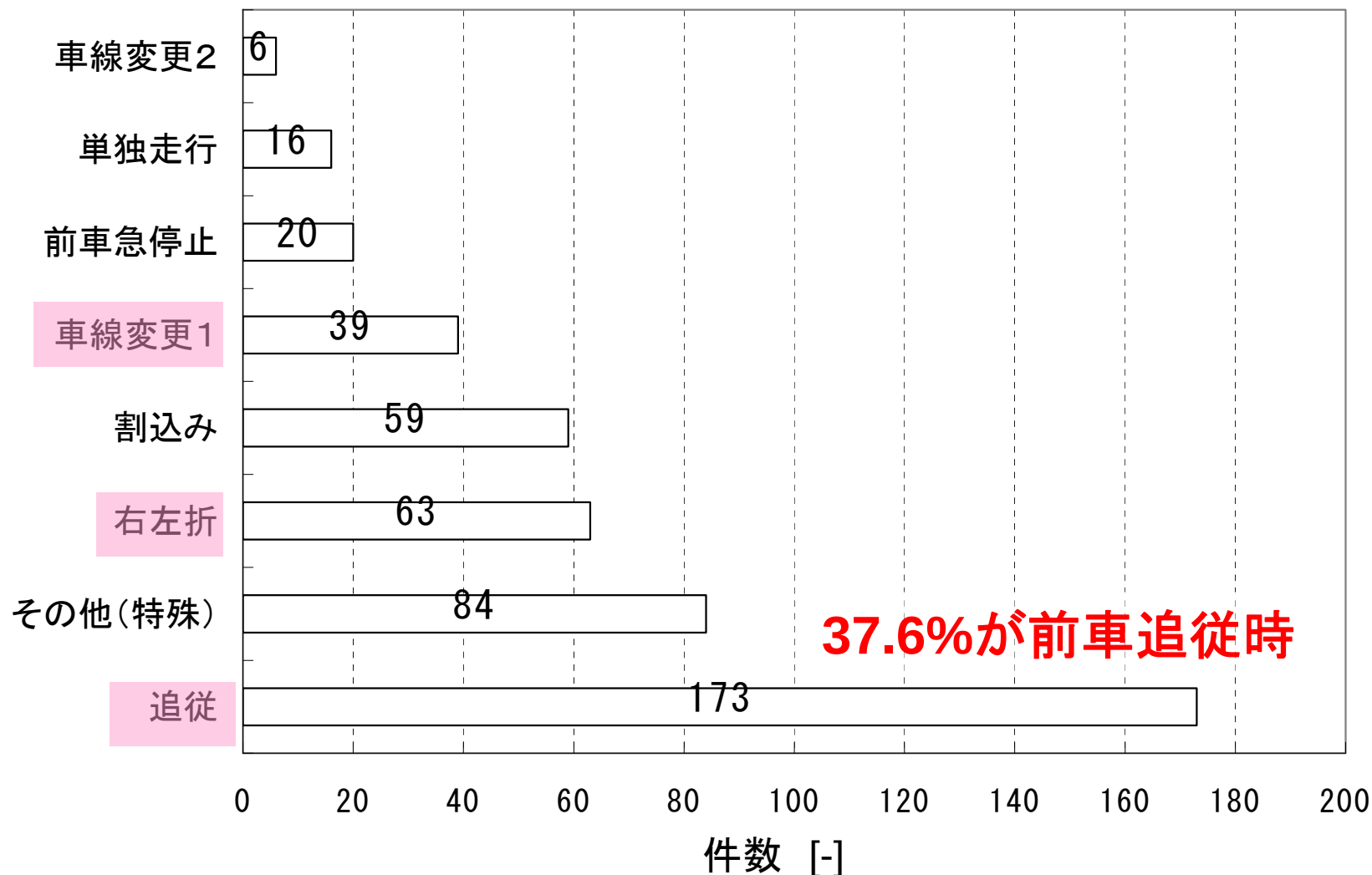


データ採取条件:
DRを営業者に搭載したデータであるため、毎日整備されている。

今回は環境要因, ドライバ要因に注目

追突ヒヤリ460件の状態別分類結果

N=460



“車線変更1”の状況 Lane change 1



前車に対する注意力が散漫になり、前車を見ていないという状態に陥った
“脇見運転”が要因

“右左折”の状況

Turning



左(右)折は、**注意を払うべき対象が多く**、前車の減速に対する注意力が散漫になりやすい。
前車との右折タイミングの相違、“**前車がいくであろう**”という“**思い込み**”が要因

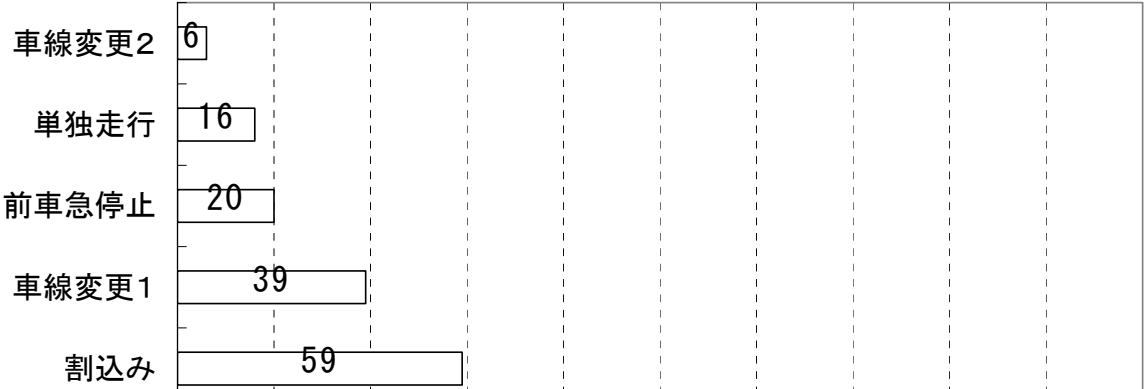
Vehicle “追従”の状況

Following

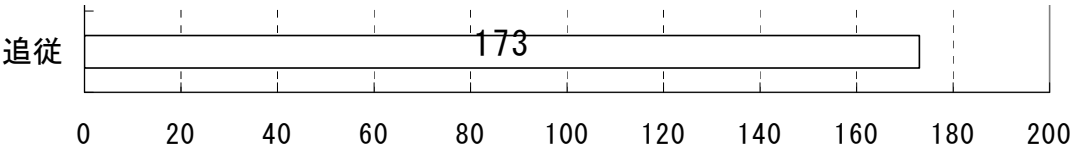


可能性のめる要因と特徴は：

追突ヒヤリハットタイプと発生要因の考察



追突ヒヤリハットでは、前車追従時の発生要因が最も多い。
その発生要因も考察できず...

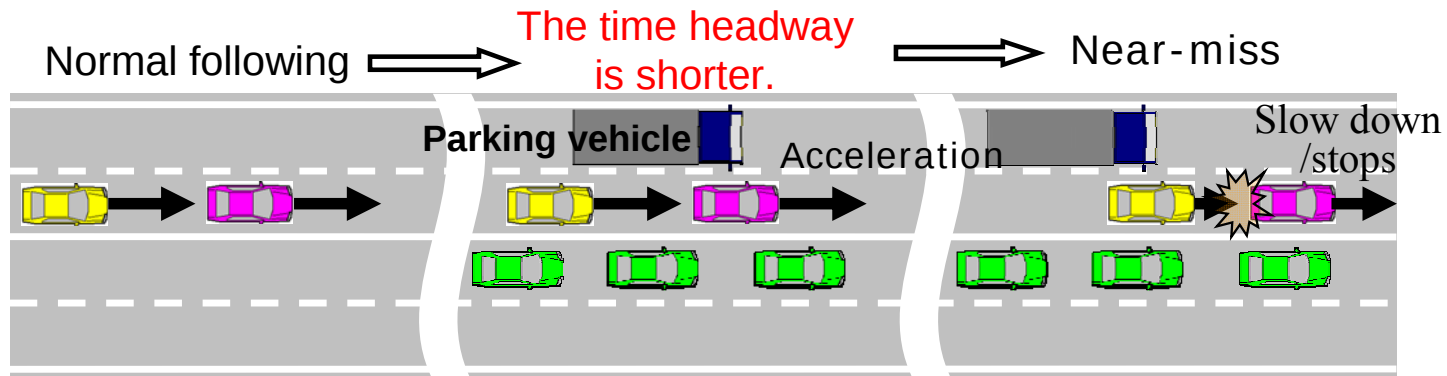
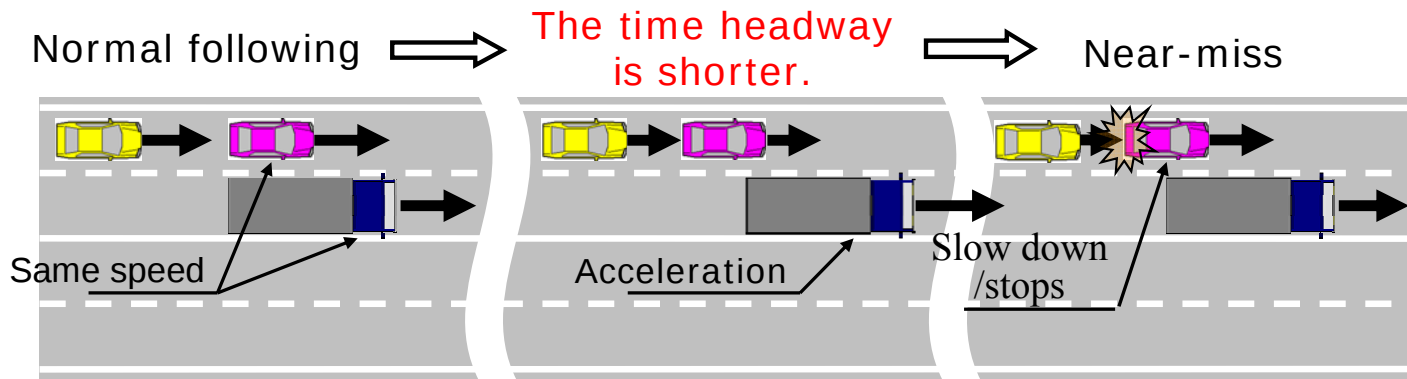


Typical case Incident facotor	車線変更 1	車線変更 2	右左折	割り込み	前車急停 止	追従	単独運転	その他
死角		○	○			?		
注意の散漫	○		○					
脇見	○						○	
思い込み			○					
自車の運転マナー	○	○						○
他車の運転マナー				○	○			○

環境要因の抽出

追従時に追突ヒヤリハットが発生しやすい交通環境

- | | |
|-----------------------|---------|
| A 隣接車線を車が走行している場合 | 50件/81件 |
| B 駐車車両脇を通過中、または通過後の場合 | 26件/81件 |
| C 交差点進入時に対向右折車が存在する場合 | 1件/81件 |
| D 周囲に人が多数がいる場合 | 1件/81件 |
| E その他 | 3件/81件 |



追従時の追突ヒヤリハット 発生原理の仮説

周囲の道路環境がドライバの運転行動に影響を与えていることが予測できる。

既存研究: ドライバは前車の面積感や車頭時間によってブレーキをマネジメント していると言われている

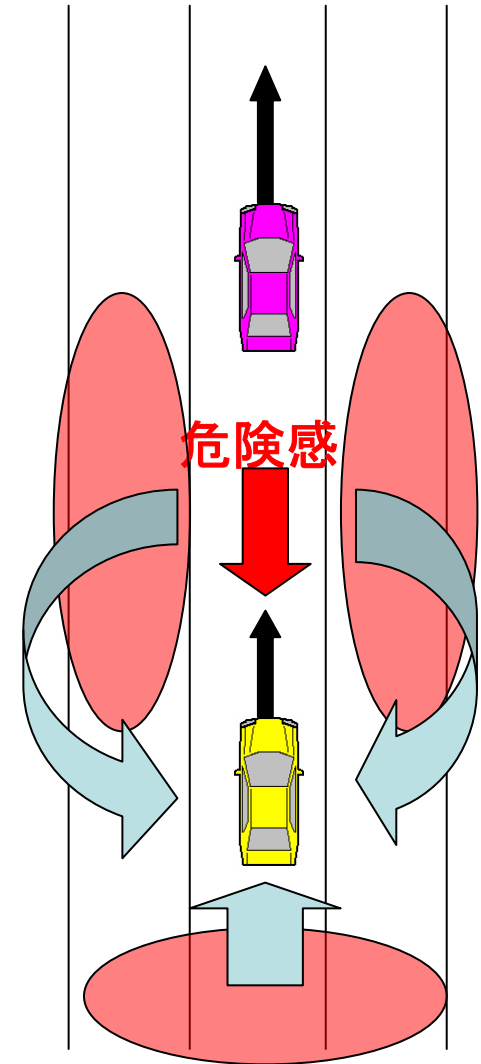


しかし！実際には前車がブレーキを踏んでも反応できず、ヒヤリハットが起きている



「隣接車の挙動」がドライバの危険意識(速度感)を鈍らせ、運転行動に影響してるのではないか。

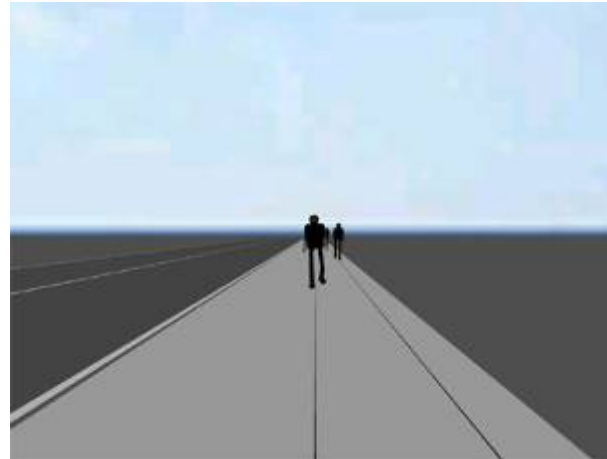
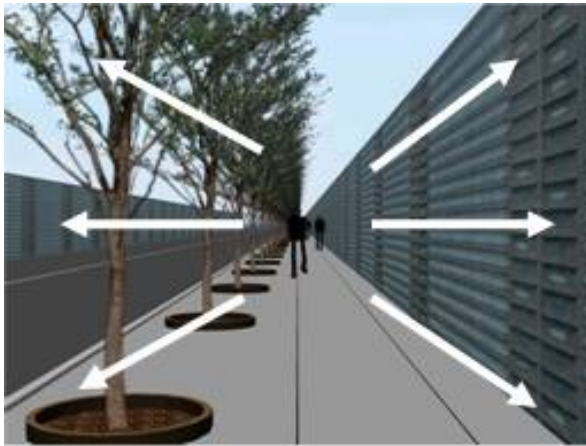
白車の周囲の環境に注目する



ドライバの速度認知メカニズム

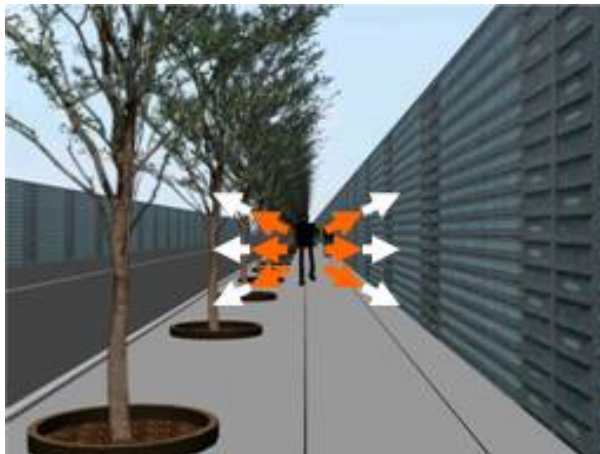
- ドライバの速度認知

◎ **自車速度**: 静止物体のオプティカルフローから速度認知



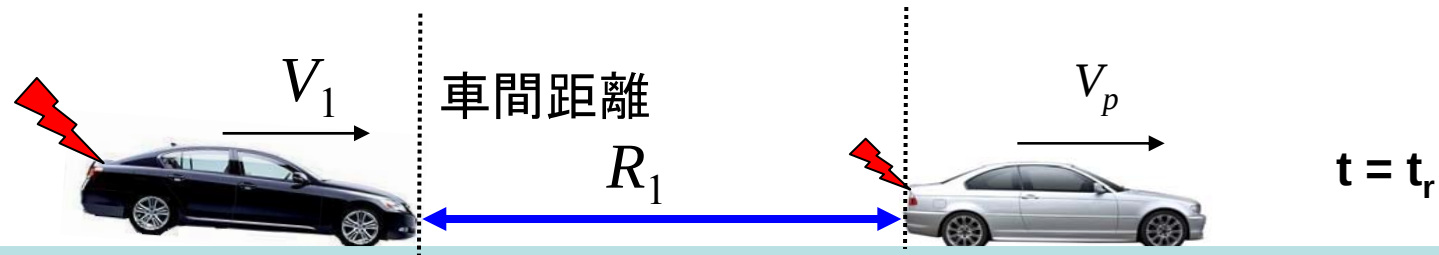
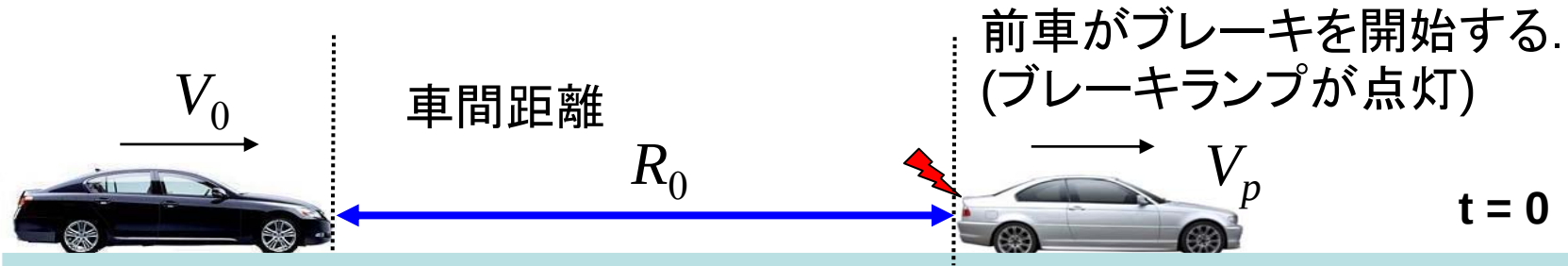
自車速度が
感じにくい

◎ **相対速度**: 対象物の速度と自車速度の合算値から速度認知



では, **ここで簡単な実験をしてみましょう!**

車間距離，相対速度とは？



自車は，急ブレーキをかける。

$$\text{車頭時間} = \frac{\text{車間距離}}{\text{自車速度}}$$

潜在的なリスクと関係がある

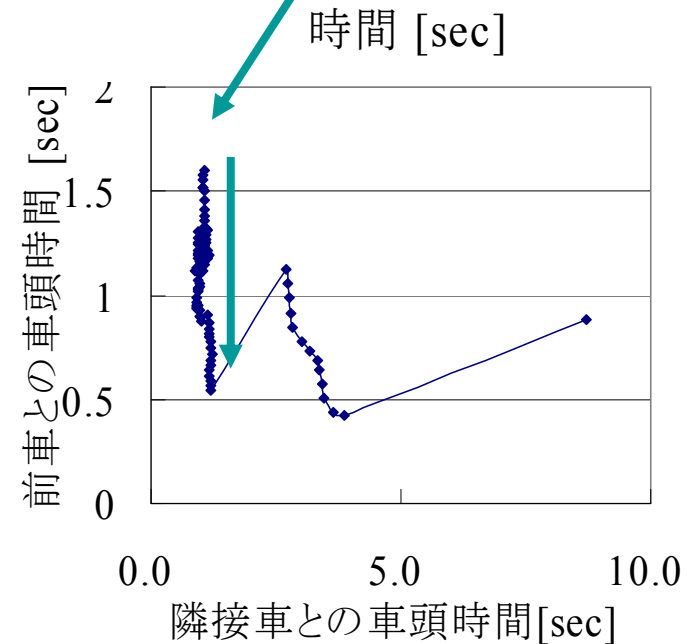
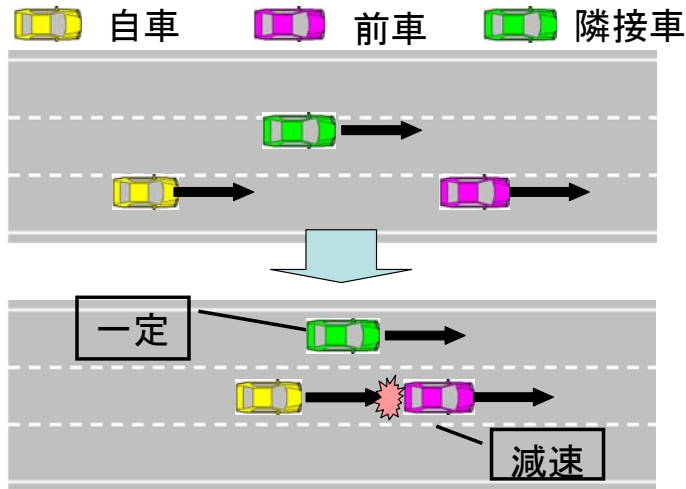
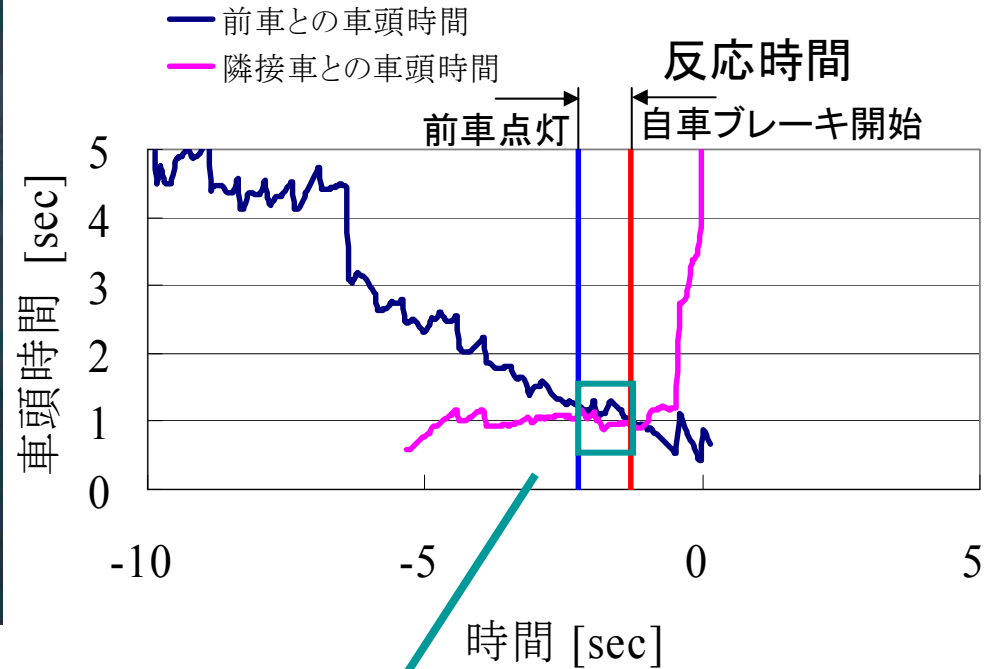
$$\text{衝突余裕時間} = \frac{\text{車間距離}}{\text{自車速度} - \text{前車速度}}$$

顕在化したリスクと関係がある

リスクは，車頭時間，衝突余裕時間の関数として表現可能

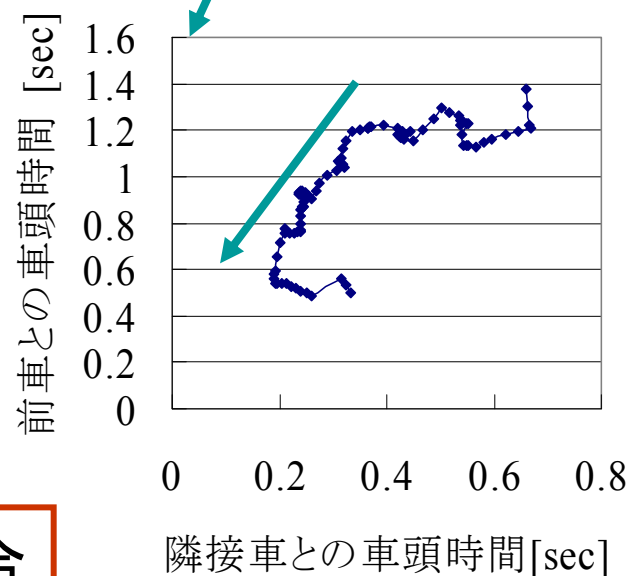
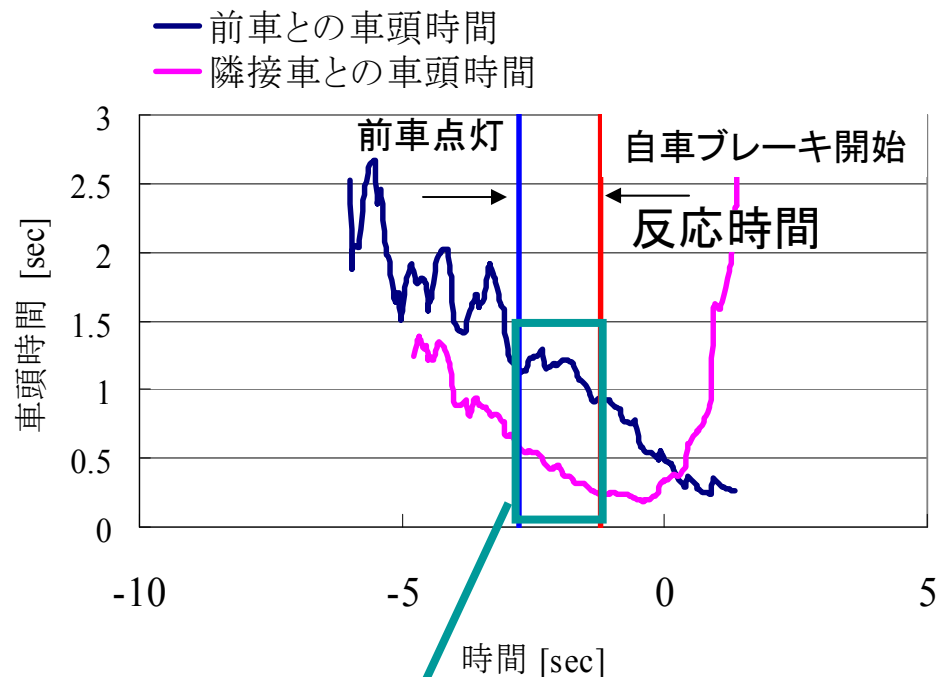
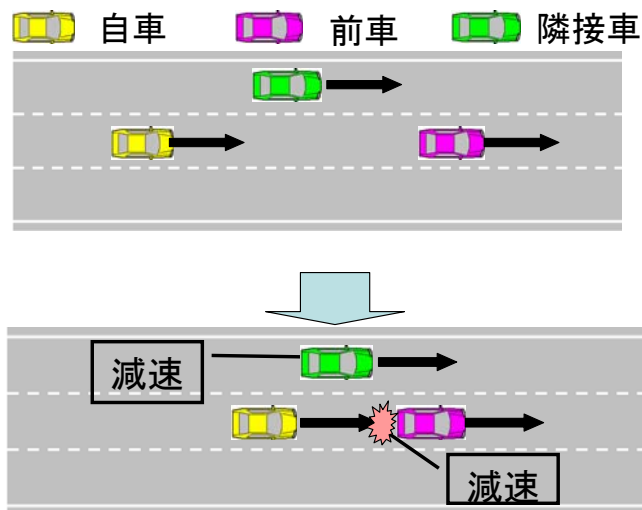
自車との車間距離，相対速度から α ， β ， γ に分類した

α タイプのヒヤリハットデータ例



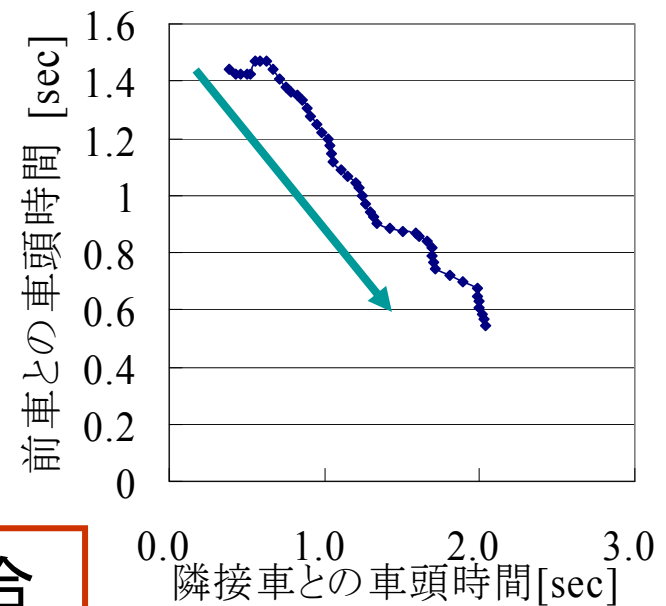
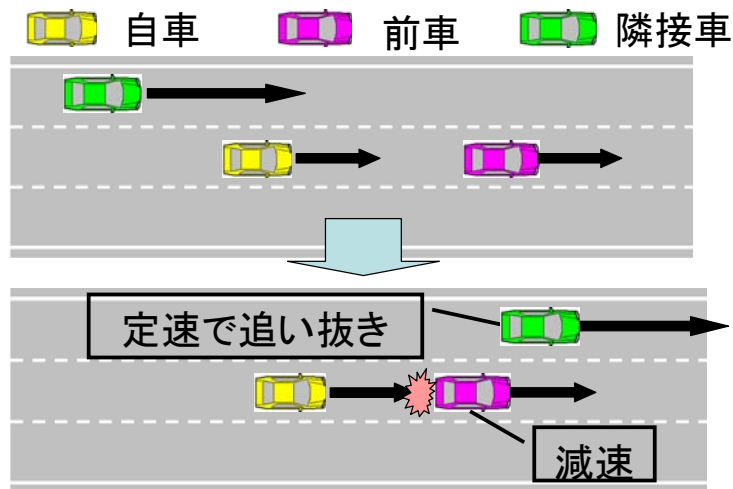
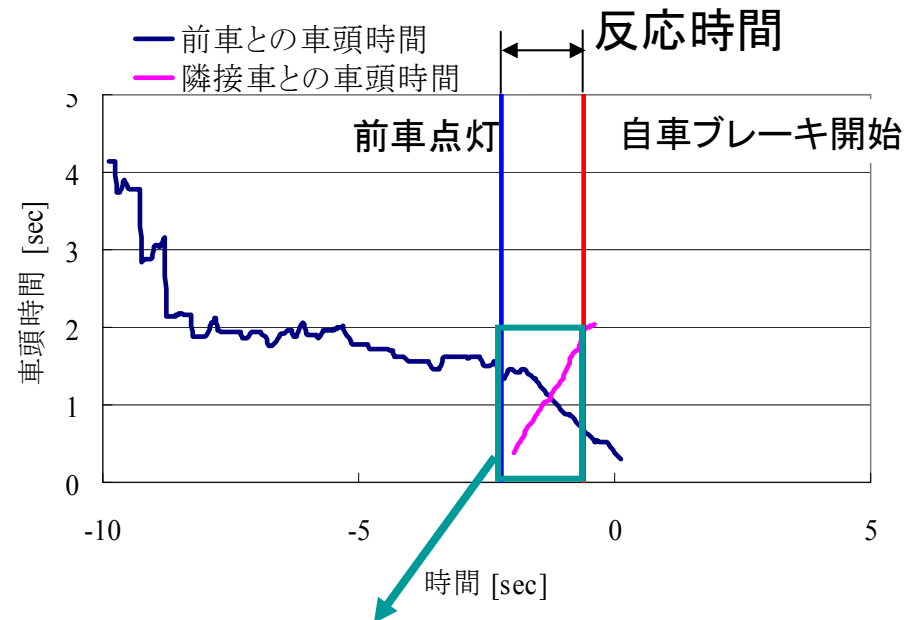
隣接車との車頭時間がほぼ一定

β タイプのヒヤリハットデータ例



隣接車との車頭時間が減少していく場合

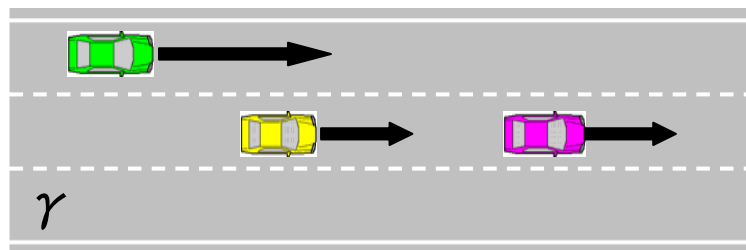
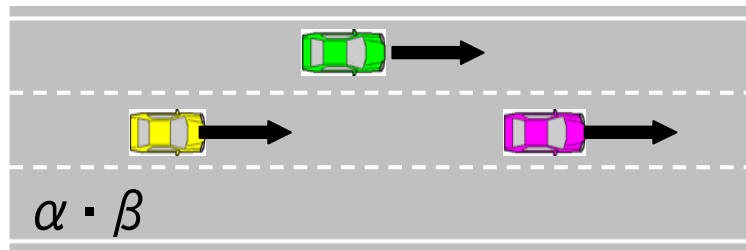
γタイプのヒヤリハットデータ例



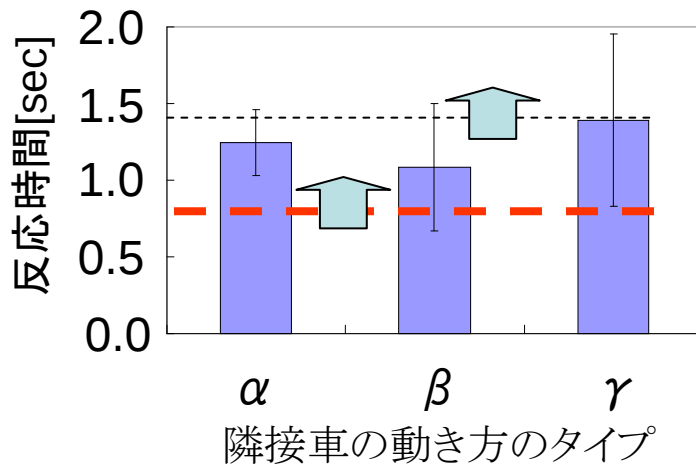
隣接車との車頭時間が増大していく場合

ドライバの隣接車に対する認識の仕方

自車 前車 隣接車



前車に対する一般制動
のブレーキは、0.8秒



① α , β の場合

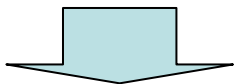
能動的な認識(初めから隣接車が見えている)

隣接車に対しドライバが自ら意識を向けている
状態: **分割的注意能力が必要**

② γ の場合

受動的な認識(突然隣接車が見える)

隣接車に対してドライバが自ら意識を向けて
いない状態: **抑制的注意能力が必要**



2つの認識の違いにより、前車に対する意識
が薄れ、反応時間が異なる.

抑制機能試験: 時間があれば, 簡単な実験

ドライビングシミュレータ実験概要

●目的

市街地を模擬した実験コースを走行することにより
ヒヤリハット発生要因を検証する

●方法,

- ・被験者は前車に常に追従
- ・ランダムに隣接車が現れる
- ・隣接車はトラック

●被験者

被験者は免許済の学生1名

●測定項目

- ・前車ブレーキから自車ブレーキまでの反応時間
- ・前車ブレーキ時から自車ブレーキ時までの車頭時間の差

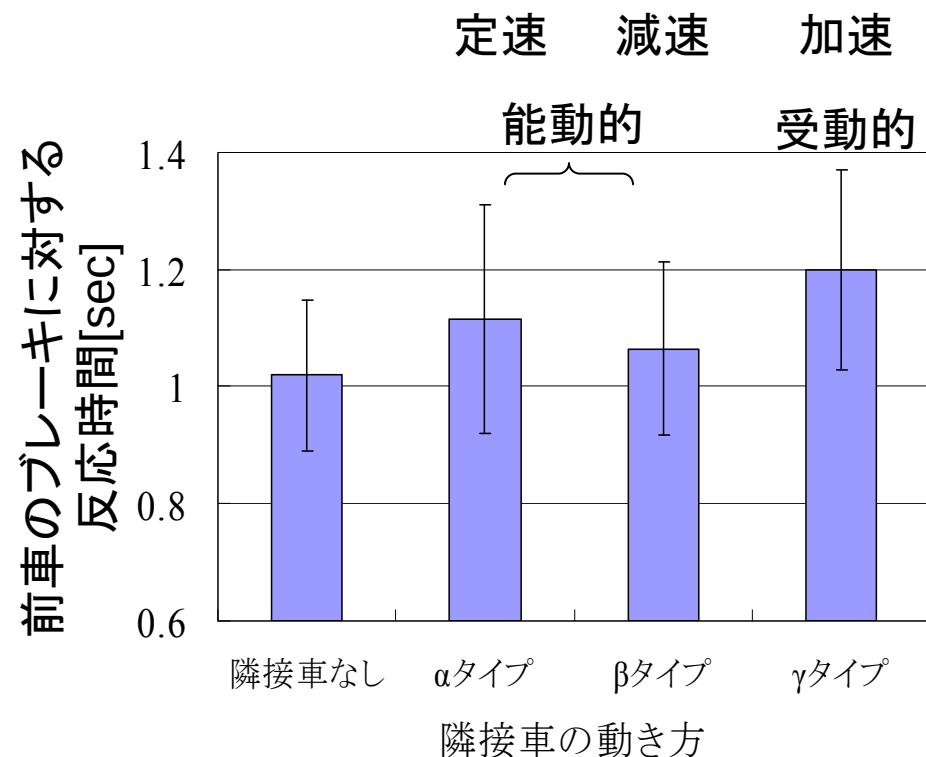


シチュエーション

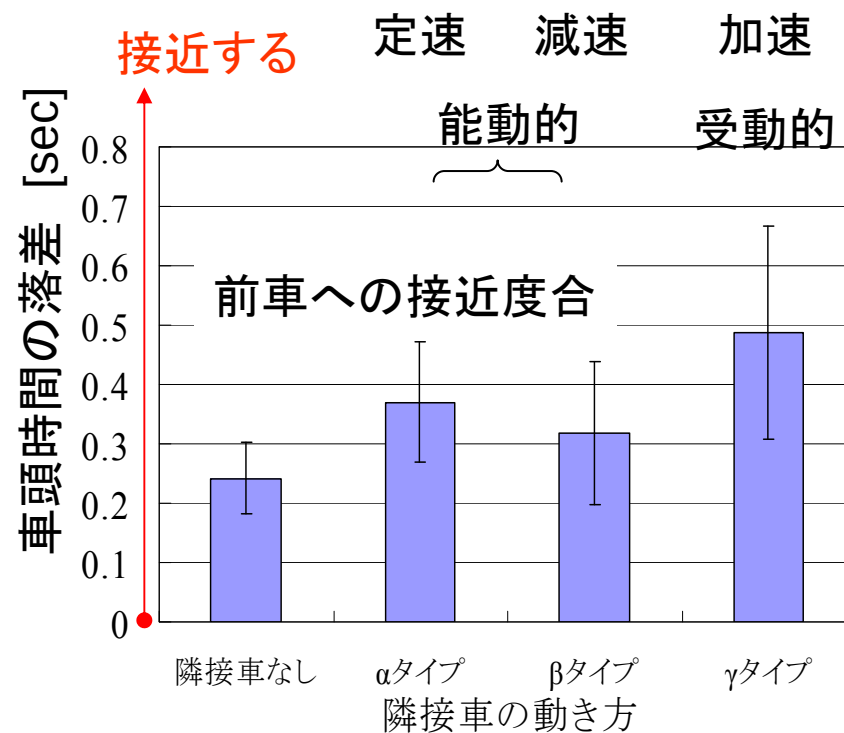
ドライビングシミュレータ上で
詳細な検討を行う。



実験結果（前車急ブレーキ時）



隣接車が存在する時
反応時間が遅延する

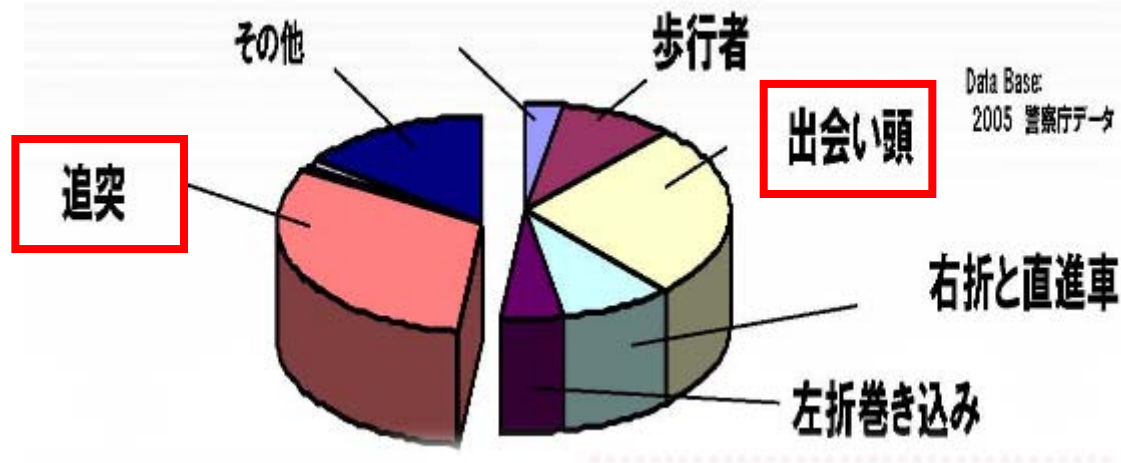


反応時間の遅延により
車頭時間落差が増大している

前車追従時における 追突ヒヤリハット分析のまとめ

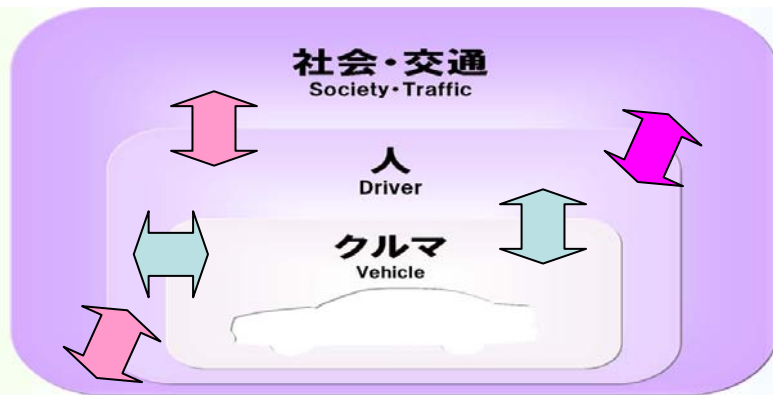
- 追突ヒヤリハットを自車とヒヤリハット対象の車両挙動と位置関係から**8タイプに分類**し、発生要因を考察した.
- 隣接車線の交通環境が、ドライバの車頭時間、反応時間に影響を与え、追従時の追突ヒヤリハットを引き起こす環境要因であることを示した. 追従時に追突ヒヤリハットを引き起こす環境要因として**隣接車の挙動**を示した.
- 隣接車の挙動により、追突ヒヤリハットを引き起こすドライバ要因として、**前車ブレーキへの反応が遅延し、車頭時間が減少する傾向から、ドライバの前車に対する危険意識が薄れることを示した.**

交通事故低減化のための 予防安全技術



交通事故防止支援を考えるまえに！

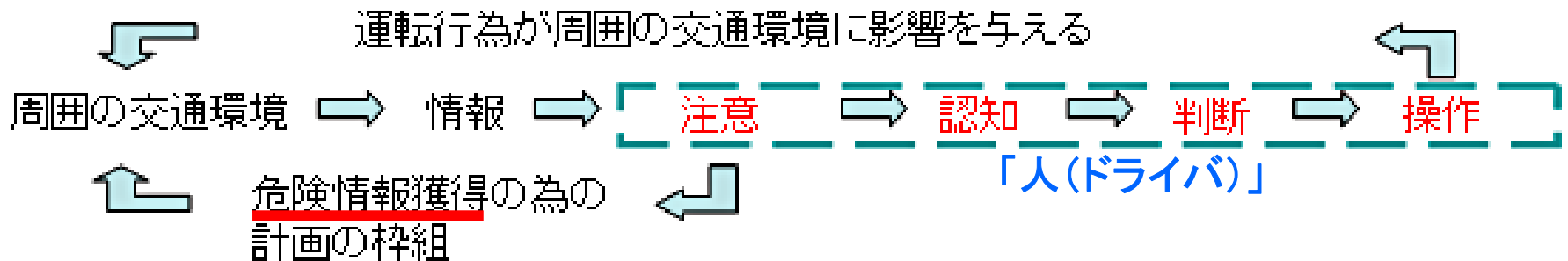
交通事故を低減するためには、「クルマ」・「人」・「社会・交通」が三位一体になって革新をはかる必要がある。



人は、クルマと社会・交通をつなぐ
インターフェース

交通事故:「人」がを起こす”ヒューマンエラー”

運転するとは？

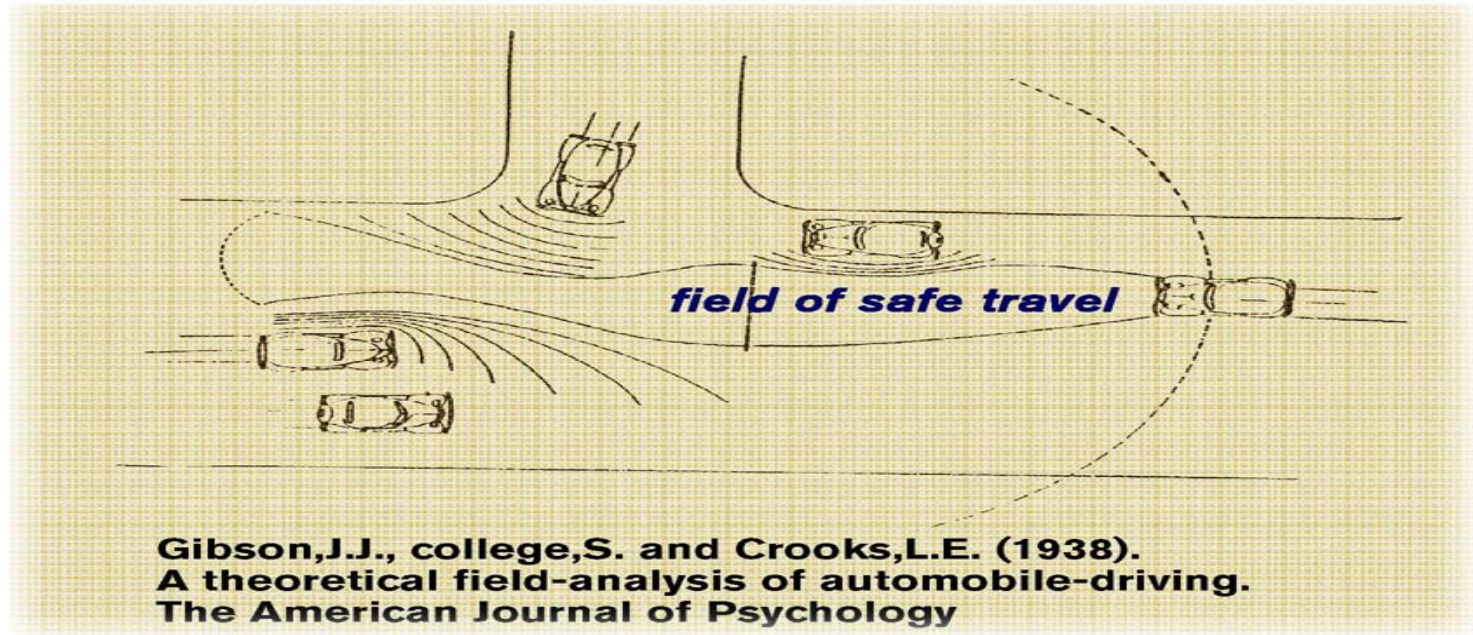


人間が感じる**危険領域(リスク)**の理解が必要となる。

1938年 米国心理学者 J.Gibsonが提案した 「ぶつからないクルマ」

ドライバは、危険領域を知覚し、その領域に触れない空間を走る。

ドライバは、個人ごとのセイフティーフィールドを持っている。



セイフティフィールドでの危険を検出し、ドライバに伝える支援が必要

†著作権情報: From AMERICAN JOURNAL OF PSYCHOLOGY.

Copyright 1938 by the Board of Trustees of the University of Illinois.

Used with permission of the University of Illinois Press

自律型支援 「全周囲ぶつからないクルマ」

- 最先端技術を用いた安全支援システム

参考:

http://www.nissan-global.com/JP/NEWS/2008/_STORY/080805-01-j.html

前方のリスクをドライバーの目と耳と足裏に伝えるー追突事故の低減化に効果があるか？ー

インテリジェントペダルの写真が挿入されていましたが、著作権の都合上削除しました。



支援を設計する際に重要な要素！！

–Human Machine Interface としての役割の明確化–

ドライバ責任とシステム依存性

- 過度な支援は、ドライバーのシステムへの過度な依存を招き、危険
- ITSの情報による支援は、ドライバーが受容でき、不安全行動を誘発する可能性がある。要するに、運転責任を果せる範囲に限る。

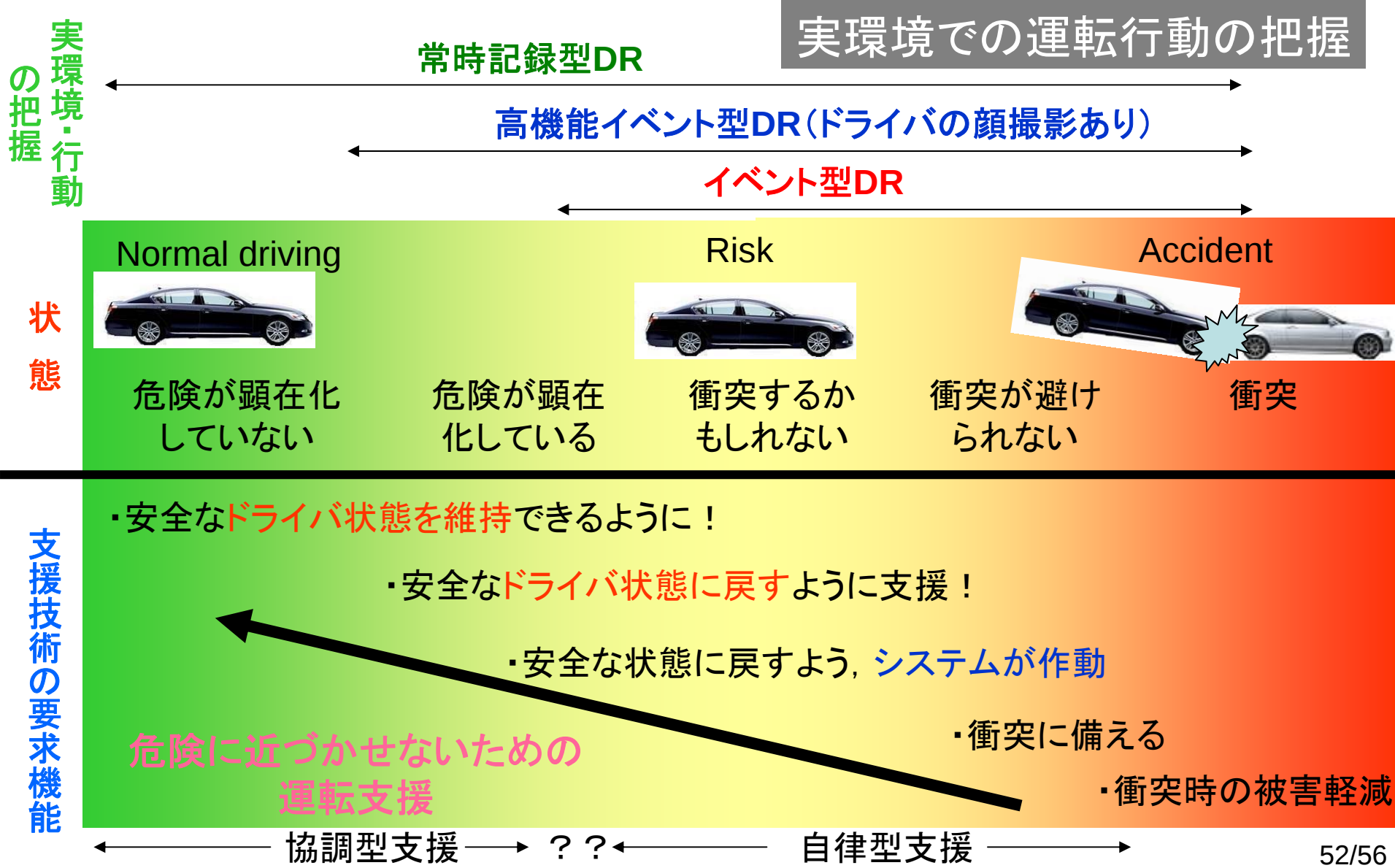
発表の目次

- 0. 自己紹介
- 1. 背景－交通事故の現状－
- 2. ドライブレコーダとヒヤリハット
- 3. ヒヤリハット分析
 - 3.1 交通事故分類との対応-
 - 3.2 前車追突ヒヤリハット-
 - 3.3 出会い頭ヒヤリハット-(時間があれば)
- 4. 交通事故低減化のための予防安全技術
- 5. まとめ

まとめ

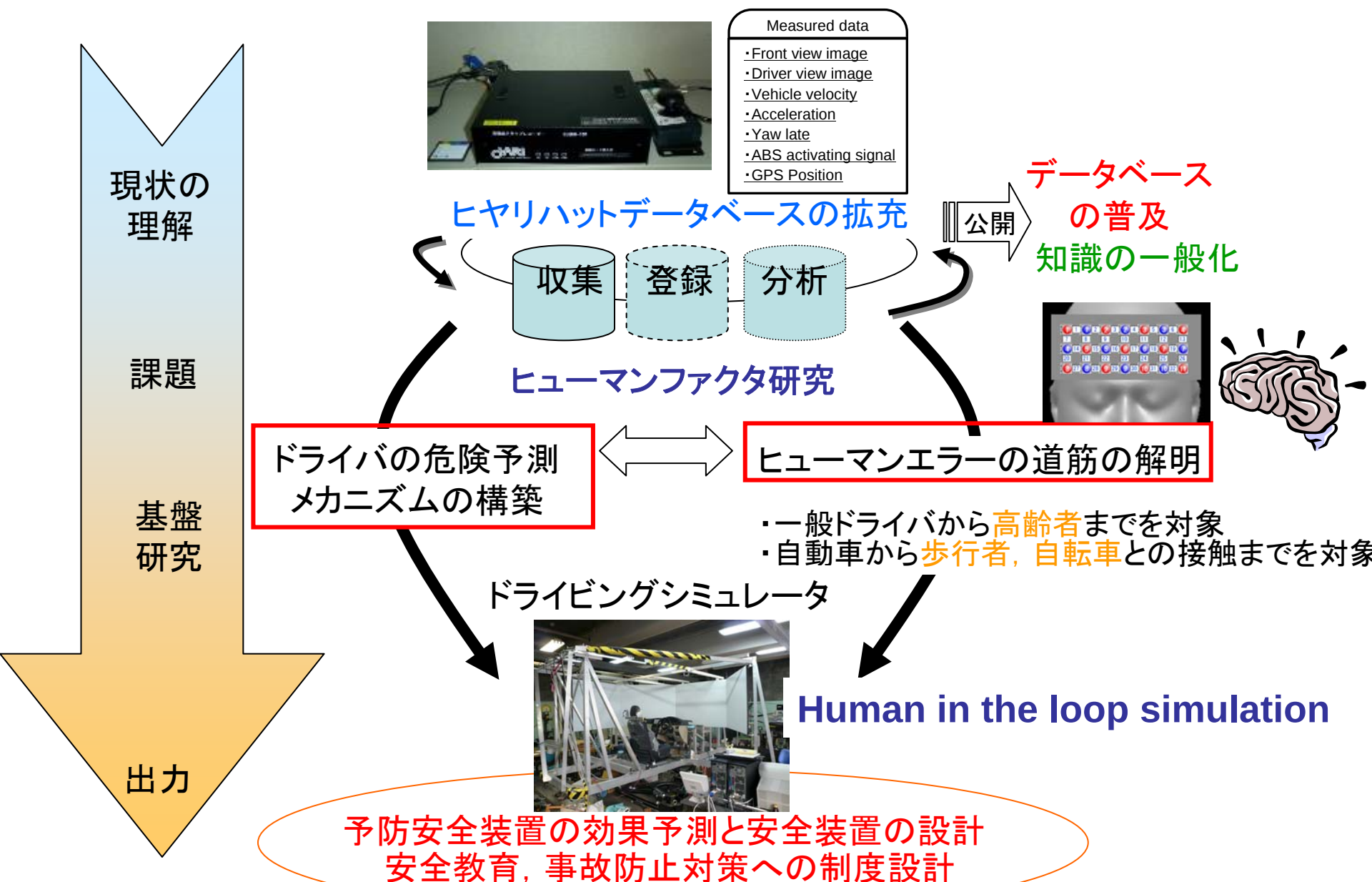
ー交通事故防止技術とドライブレコーダー

交通事故死傷者ゼロに向けたアプローチ



まとめ

ドライブレコーダを用いた研究プロセス



ドライブレコーダが知る真実 —交通事故を“防ぐ”ツールになるか—

交通・社会の真実を知る
“防ぐ”ツールになる！！

御清聴ありがとうございました。



東京大学 大学院工学系研究科
小竹元基