

アクティブセーフティー技術

内容

1. アクティブセーフティー技術のこれまで
 1. パッシブセーフティーからアクティブセーフティーへ
 2. アクティブセーフティーの開発の歴史
2. アクティブセーフティー技術の開発動向
 1. 実用化された予防安全技術
 2. 開発中の予防安全技術
3. アクティブセーフティーと自動運転
 1. アクティブセーフティーから自動運転へ
 2. 自動化レベルの考え方
 3. 自動運転の課題
4. アクティブセーフティーの標準化
 1. アクティブセーフティーに関する技術標準規格（国内、国際）
 2. 標準化の試験方法

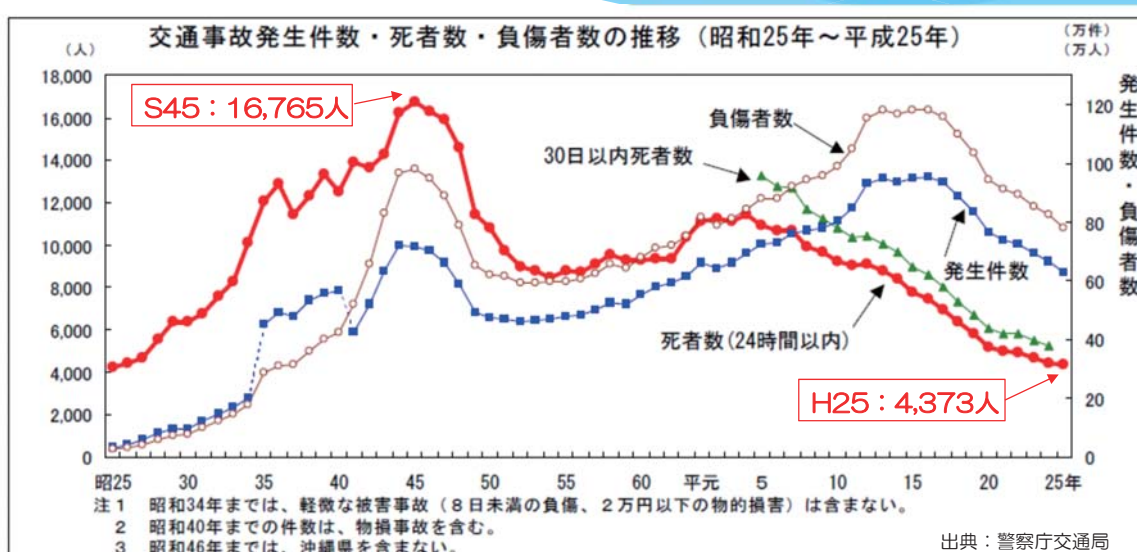
内容

1. アクティブセーフティ技術のこれまで
 1. パッシブセーフティからアクティブセーフティへ
 2. アクティブセーフティの開発の歴史
2. アクティブセーフティ技術の開発動向
 1. 実用化された予防安全技術
 2. 開発中の予防安全技術
3. アクティブセーフティと自動運転
 1. アクティブセーフティから自動運転へ
 2. 自動化レベルの考え方
 3. 自動運転の課題
4. アクティブセーフティの標準化
 1. アクティブセーフティに関する技術標準規格（国内、国際）
 2. 標準化の試験方法

1. アクティブセーフティ技術のこれまで

1.1 パッシブセーフティからアクティブセーフティへ

* 交通事故状況



減少傾向だが、依然、平均毎日10人以上が交通事故で死亡

1. アクティブセーフティー技術のこれまで

1.1 パッシブセーフティーからアクティブセーフティーへ

* 人口10万人当たりの

交通事故死者数

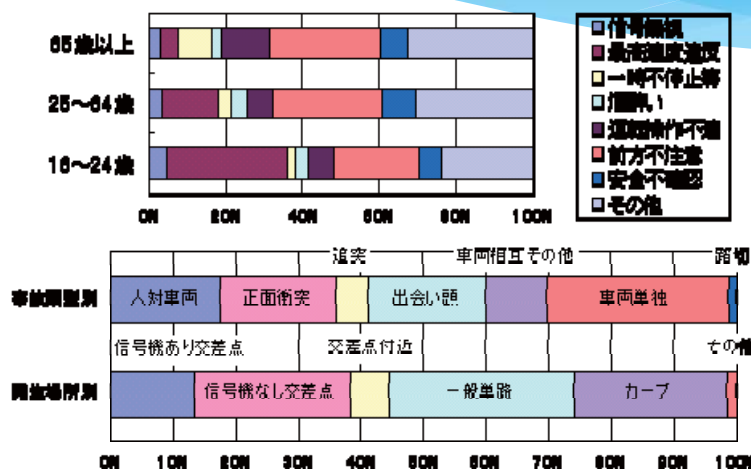


政府は2008に、2018年を目処に交通事故死傷者半減(2500人)の目標を掲げた

1. アクティブセーフティー技術のこれまで

1.1 パッシブセーフティーからアクティブセーフティーへ

* 交通事故要因



出典：イタルダ・インフォメーション2000 APRIL No.24
http://www.itarda.or.jp/itardainformation/info24/info24_1.html

人の属性(年齢等)や場面(場所、事故形態)を考えた対策が必要

1. アクティブセーフティ技術のこれまで

1.1 パッシブセーフティからアクティブセーフティへ

従来は…

事故の事後対策 (パッシブセーフティ)

- エアバッグ
- 衝突安全ボディー
- チャイルドシート
- …

事故の事前対策

- 道路線形の改良
- 危険箇所の情報提供
- 安全運転教育
- …



クルマのIT化

最近では…

事故の直前対策 (回避・被害軽減) (アクティブセーフティ)

- 発見の遅れに対する「情報提供」
- 判断の誤りに対する「注意喚起・警報」
- 操作の誤りに対する「運転支援」

1. アクティブセーフティ技術のこれまで

1.2 アクティブセーフティの開発の歴史 (1)



1. アクティブセーフティー技術のこれまで

1.2 アクティブセーフティーの開発の歴史（1）



1. アクティブセーフティー技術のこれまで

1.2 アクティブセーフティーの開発の歴史（2）

* 先進安全自動車（ASV）推進計画（国交省）

* 先進安全自動車（Advanced Safety Vehicle）：レーダーやカメラによる環境認識などの先進技術を利用して、ドライバーの安全運転を支援するシステムを搭載した自動車

	第1期	第2期	第3期	第4期	第5期
実施期間	H3-7年度 (1991-96)	H8-12年度 (1996-2001)	H13-17年度 (2001-06)	H18-22年度 (2006-11)	H23-27年度 (2011-16)
目的	・技術的可能性の検討	・実用化のための研究開発	・普及促進のための検討 ・新たな技術開発	・本格的な普及促進 ・通信を利用した安全システムの一部実用化	・飛躍的高度化の実現 ・国際基準調和に向けた情報発信
検討対象	・自動車単独 (自律検知型)	・自動車単独 (自律検知型) ・道路インフラとの連携	・自動車単独 (自律検知型) ・道路インフラとの連携	・自動車単独 (自律検知型) ・他車両との連携 ・道路インフラとの連携	・自動車単独 (自律検知型) ・他車両との連携 ・道路インフラとの連携

内容

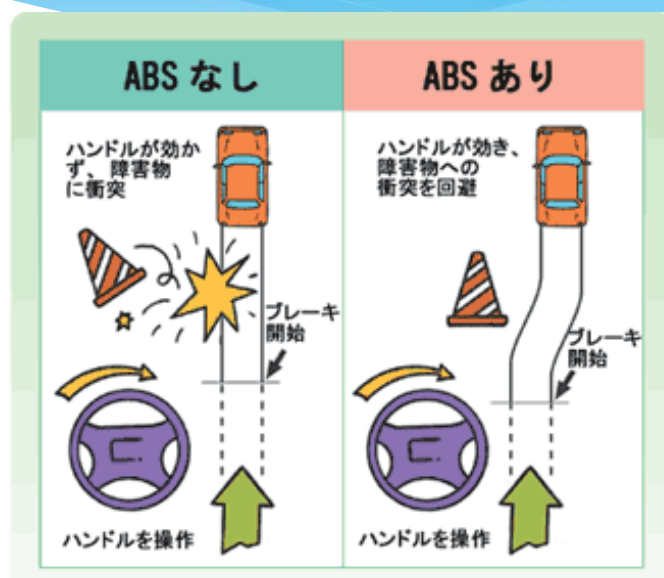
1. アクティブセーフティー技術のこれまで
 1. パッシブセーフティーからアクティブセーフティーへ
 2. アクティブセーフティーの開発の歴史
- 2. アクティブセーフティー技術の開発動向**
 1. 実用化された予防安全技術
 2. 開発中の予防安全技術
3. アクティブセーフティーと自動運転
 1. アクティブセーフティーから自動運転へ
 2. 自動化レベルの考え方
 3. 自動運転の課題
4. アクティブセーフティーの標準化
 1. アクティブセーフティーに関する技術標準規格（国内、国際）
 2. 標準化の試験方法

2. アクティブセーフティー技術の開発動向

2.1 実用化された予防安全技術（例1）

* Anti-lock Braking System

- * 車輪がロックしないようブレーキ圧を制御することで、急制動時に操舵回避操作可能



出典：国土交通省

2. アクティブセーフティー技術の開発動向

2.1 実用化された予防安全技術（例2）

ESC
(Electronic Stability Control)

車両の横滑りの状況に応じて、制動力や駆動力を制御する装置

システムなし*

システムあり

システムなし*

あぶない!

* 路面状態が滑りやすいカーブを走行中に、急激なハンドル操作やアクセル操作を行った場合の車両挙動の例

出典：国土交通省

- * システム構成例
- * 操舵角センサー
- * 加速度センサー
- * ヨーレートセンサー
- * ブレーキアクチュエーター
- * スロットルアクチュエーター
- * ECU

2. アクティブセーフティー技術の開発動向

2.1 実用化された予防安全技術（例3）

レーンキープアシスト

走行車線の中央付近を維持するよう操作力を制御する装置

システムあり

車線維持支援

操舵支援

運転負荷軽減
車線逸脱警報

システムなし

車線中央付近を走行するように自らハンドル操作を行う

出典：国土交通省

- * システム構成例
- * 操舵角センサー
- * ステアリングトルクセンサー
- * 加速度センサー
- * ヨーレートセンサー
- * ブレーキアクチュエーター
- * スロットルアクチュエーター
- * ECU

2. アクティブセーフティー技術の開発動向

2.1 実用化された予防安全技術（例4）

ふらつき警報 ドライバーの低覚醒状態を注意喚起する装置

システムあり

低覚醒状態 → 注意喚起 → 覚醒状態

注意喚起により、休憩をとった後

シャキ!

システムなし

低覚醒状態

出典：国土交通省

- * システム構成例
 - * ドライバ状態検出
 - * 操舵角センサー
 - * ステアリングトルクセンサー
 - * アクセル、ブレーキ
 - * ドライバモニターカメラ
 - * 車両状態検出
 - * 加速度センサー
 - * ヨーレートセンサー
 - * 車速
 - * 制御
 - * ブレーキアクチュエーター
 - * スロットルアクチュエーター
 - * ECU

事故例

アメリカの高速道路は盛り土でガードレールが少ないため、路外逸脱→ロールオーバーの重大事故になるケースが多い
→ESC義務化（2011～）
車線逸脱警報（LDW）のNCAP導入（2011～）



2. アクティブセーフティー技術の開発動向

2.1 実用化された予防安全技術（例5）

衝突被害軽減ブレーキ 前方の障害物との衝突を予測して警報し、衝突被害を軽減するために制動制御する装置

システムあり

前方注意！

間に合った！

警報により自分でブレーキ

被害が少なくてすんだ

警報に気付かない時は…

自動ブレーキ

ブレーキの制御

システムなし

発見遅れにより遅いタイミングでブレーキ

間に合わない！

出典：国土交通省

- * システム構成例
- * 前方センサ
 - * レーザーレーダー
 - * カメラ
 - * ミリ波レーダー
 - * ドライバ状態検出
 - * ドライバモニターカメラ
 - * アクセル、ブレーキ
 - * 操舵角センサー
 - * ステアリングトルクセンサー
 - * ブレーキアクチュエーター
 - * ECU（コンピュータ）
 - * シートベルト

2. アクティブセーフティー技術の開発動向

2.1 実用化された予防安全技術（例6）

ACC (Adaptive Cruise Control) 一定速で走行する機能および車間距離を制御する機能を持った装置

先行車なし

設定した速度で走行

運転負担軽減

先行車あり

車間距離を一定に保って走行

運転負担軽減

停止

停止

先行車に続いて停止

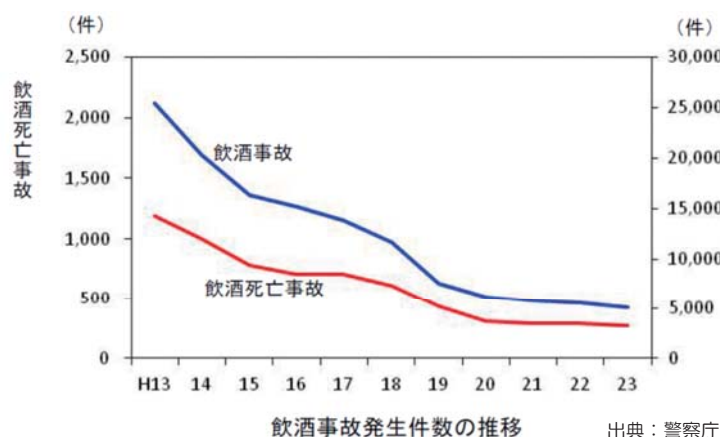
出典：国土交通省

2. アクティブセーフティー技術の開発動向

2.1 実用化された予防安全技術（例7）

* アルコールインターロック

- * 運転手が装置に呼気を吹き込み、検出されたアルコール濃度が基準値を超えるとエンジンをロック
- * 現在、主に運行管理に利用



呼気吹込み式アルコール・インターロック装置

出典：国土交通省

2. アクティブセーフティー技術の開発動向

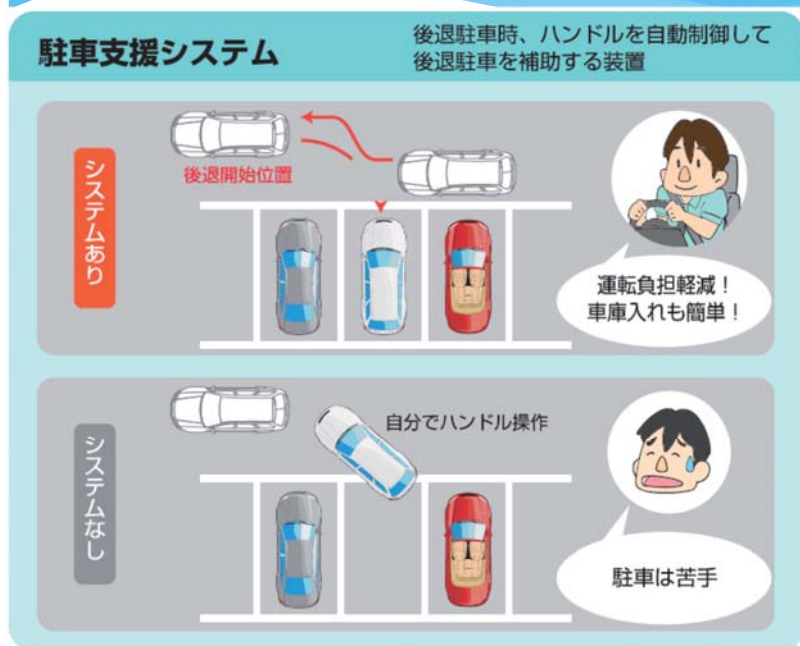
2.1 実用化された予防安全技術（例8）

* 視覚支援システム

- * ヘッドアップディスプレイ
 - * 速度表示、カーナビゲーション
- * 夜間視覚支援（ナイトビュー）
 - * 赤外線映像で暗闇の前方障害物（車、人、動物）の視認性を向上させる
- * 鳥瞰映像（アラウンドビューモニター）
 - * 複数のカメラ映像を合成し、駐車時や狭路での周辺確認を支援
- * ブラインドスポットワーニング
 - * 車線変更支援
- * AFS（Adaptive Front-lighting System）
 - * 旋回方向を照らすことで夜間視認性向上
- * ESS（Emergency Stop Signal）
 - * ある速度以上から緊急ブレーキするとハザード点等し、後突を予防

2. アクティブセーフティー技術の開発動向

2.1 実用化された予防安全技術（例9）



- * システム構成例
- * 周辺センサ
 - * 超音波ソナー
 - * カメラ
 - * レーザーレーダー
- * 電動パワーステアリング
- * ブレーキアクチュエーター
- * ECU（コンピュータ）

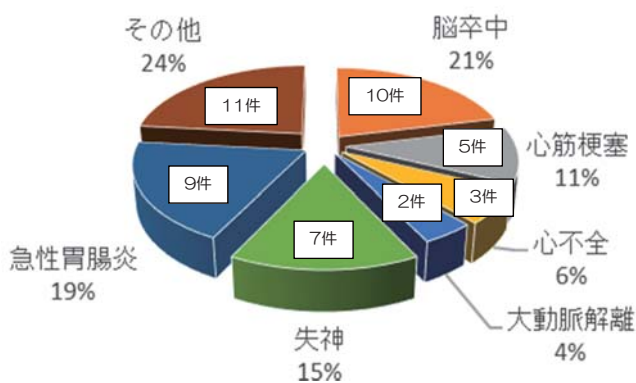
出典：国土交通省

2. アクティブセーフティー技術の開発動向

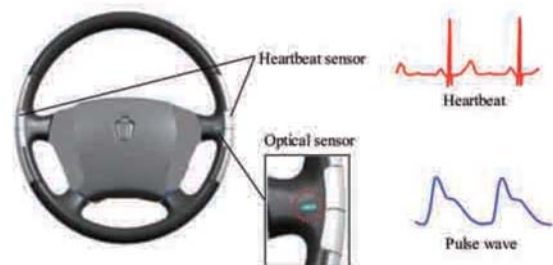
2.2 開発中の予防安全技術（例1）

* 心循環器系疾患の兆候検出

健康を起因とする事故の疾病別割合
(北海道管内43件、H19-23)



国土交通省データより作成



出典：Futatsuyama 他, SAE2011-01-1024



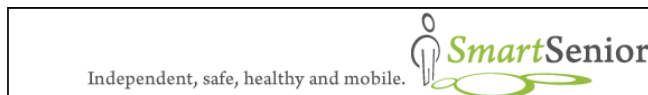
2. アクティブセーフティー技術の開発動向

2.2 開発中の予防安全技術（例2）

* SmartSenior Project (2010-12)

* ドイツにおけるプロジェクト

- * カーメーカー
- * 医療機器メーカー
- * 通信事業者
などが参加



体調異常を検出・自動待避するシステムなど、高齢者の生活の質（QOL）を向上させる技術の研究・開発

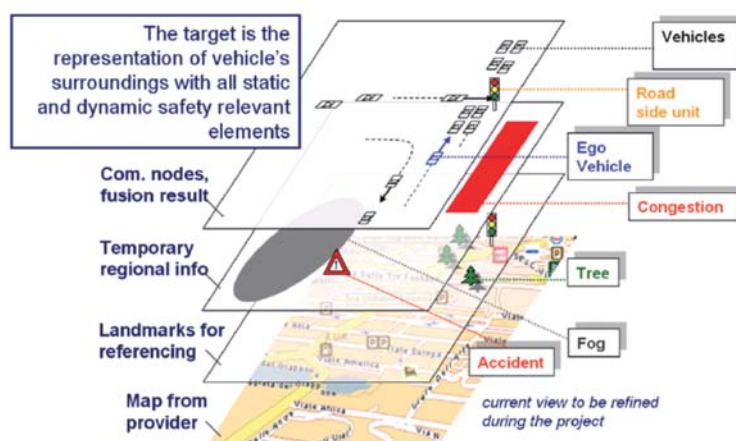


2. アクティブセーフティー技術の開発動向

2.2 開発中の予防安全技術（例3）

* Local Dynamic Map

- * 従来の静的な地図情報に加え、他車両、信号、気象、事故などの動的な情報を付加し、渋滞回避や注意喚起など交通の安全・効率化を狙う
- * 歩行者情報はなし



2. アクティブセーフティー技術の開発動向

2.2 開発中の予防安全技術（例4）

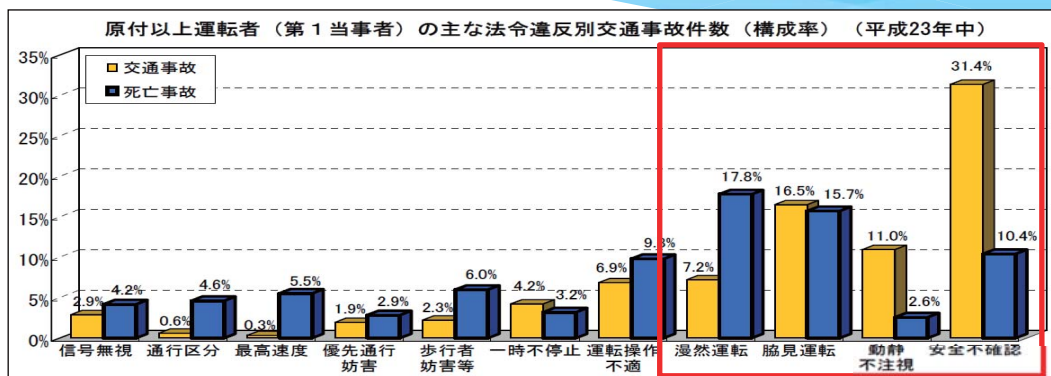
- * 「前後（アクセル・ブレーキ）」と「左右（ステアリング）」の統合制御
- * 自動ブレーキ&操舵による衝突回避システム
- * 自動車線変更・追い越しシステム

2. アクティブセーフティー技術の開発動向

2.2 開発中の予防安全技術（研究例1-1）

* ドライバーの心理的負荷推定

「平成23年中の交通事故の発生状況」（警察庁）
<http://www.e-stat.go.jp/SG1/estat/List.do?lid=000001086731>



ドライバーの注意力低下
による事故の増加

交通事故件数全体の **66%**
死亡事故件数全体の **46.5%**

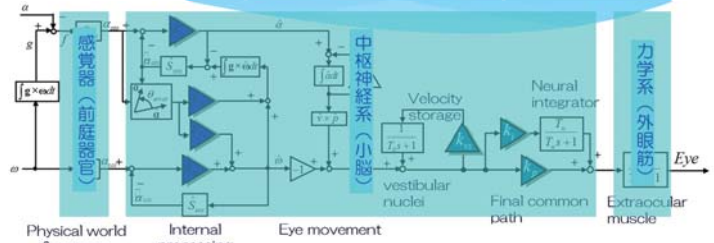
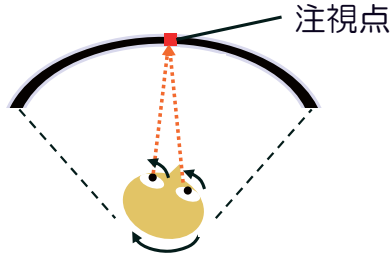
ドライバの注意状態をドライバの自覚や運転操作に
影響が表れる前に検知することが必要

2. アクティブセーフティ技術の開発動向

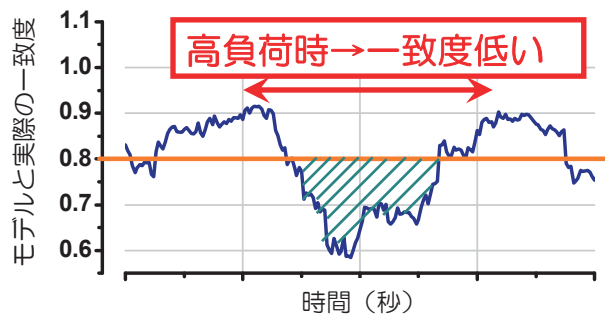
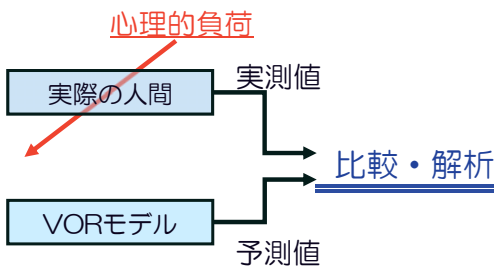
2.2 開発中の予防安全技術（研究例1-2）

* 『前庭動眼反射』によるドライバーの心理的負荷推定

→目は口ほどにものを言う



前提動眼反射の制御モデル

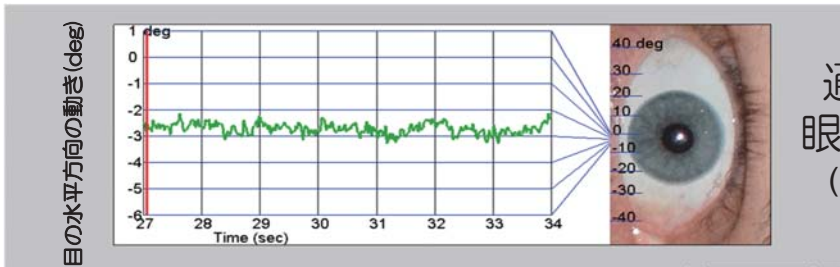


2. アクティブセーフティ技術の開発動向

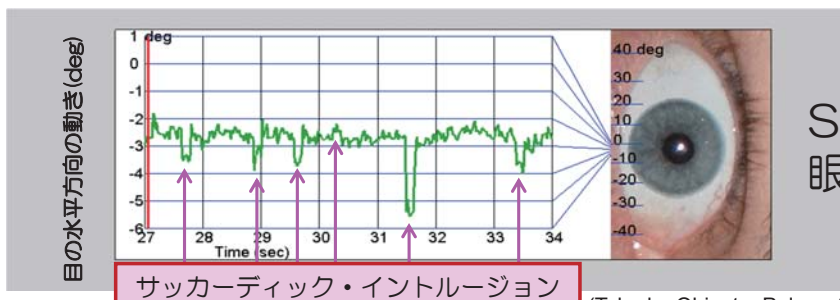
2.2 開発中の予防安全技術（研究例1-3）

『サッカーディック・イントルージョン (SI)』によるドライバーの心理的負荷推定

→目は口ほどにものを言う（その2）



通常
の
眼球運動
(SIなし)



SIのある
眼球運動

高負荷時
→SI出現

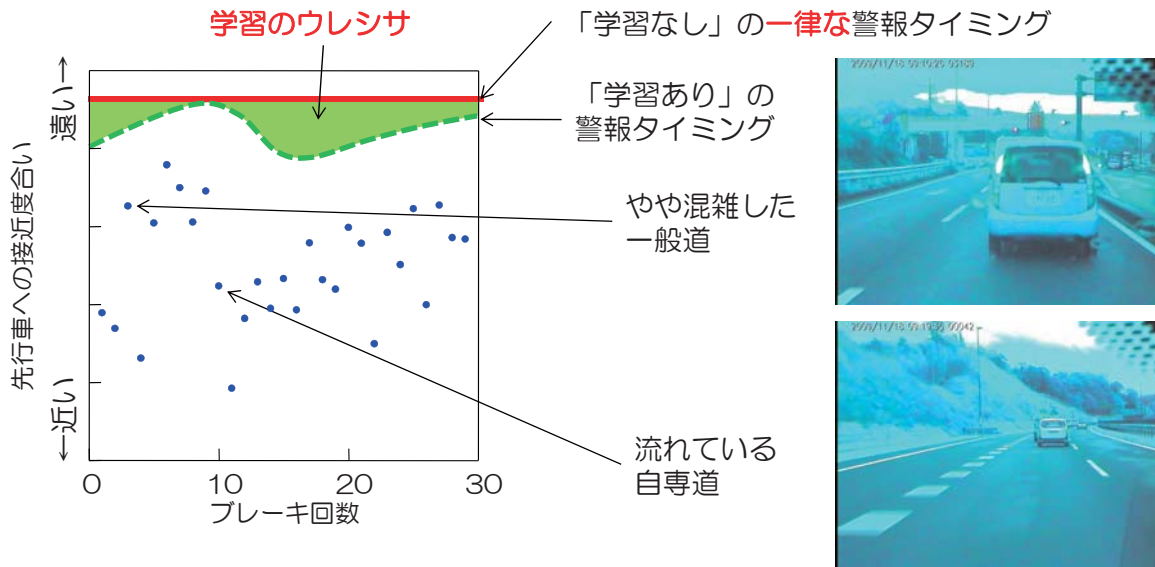
(Tokuda, Obinata, Palmer & Chaparro, 2010)

2. アクティブセーフティー技術の開発動向

2.2 開発中の予防安全技術（研究例2-1）

ドライバーの“クセ”を捕らえて合わせる技術
 （個別化・学習技術）

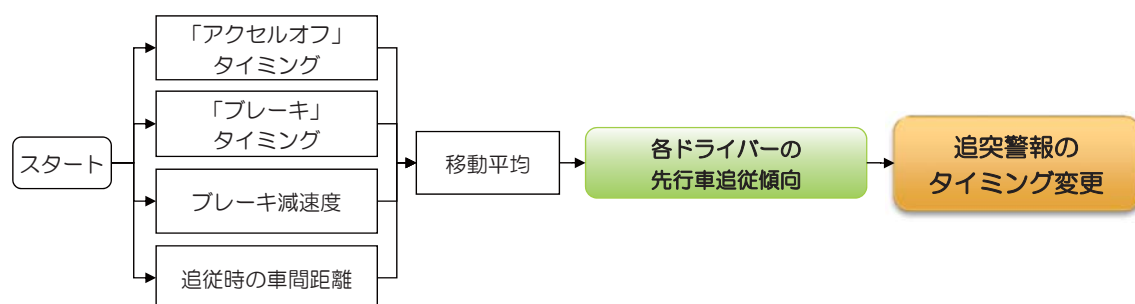
→ 追突警報への応用例



2. アクティブセーフティー技術の開発動向

2.2 開発中の予防安全技術（研究例2-2）

* ドライバーによって、先行車の追従距離が異なる
 → “クセ”を捕らえて合わせることで、警報早期化と煩わしさ抑制の両立が可能



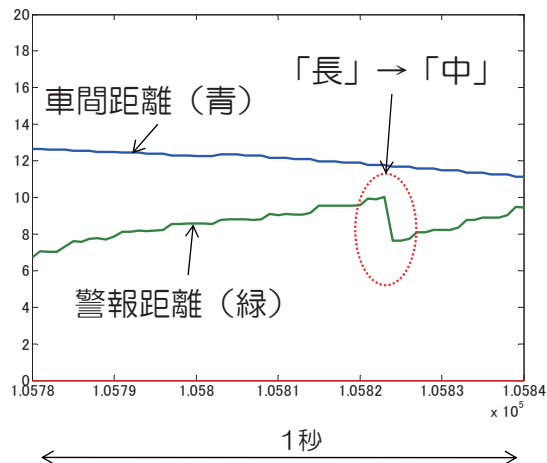
2. アクティブセーフティ技術の開発動向

2.2 開発中の予防安全技術（研究例2-3）

* 左折先行車に接近してアクセルオフ

⇒ドライバーのクセを学習、

警報距離が「長」→「中」に変化、不要警報抑制



内容

1. アクティブセーフティ技術のこれまで
 1. パッシブセーフティからアクティブセーフティへ
 2. アクティブセーフティの開発の歴史
2. アクティブセーフティ技術の開発動向
 1. 実用化された予防安全技術
 2. 開発中の予防安全技術
- 3. アクティブセーフティと自動運転**
 1. アクティブセーフティから自動運転へ
 2. 自動化レベルの考え方
 3. 自動運転の課題
4. アクティブセーフティの標準化
 1. アクティブセーフティに関する技術標準規格（国内、国際）
 2. 標準化の試験方法

3. アクティブセーフティーと自動運転

3.1 アクティブセーフティーから自動運転へ

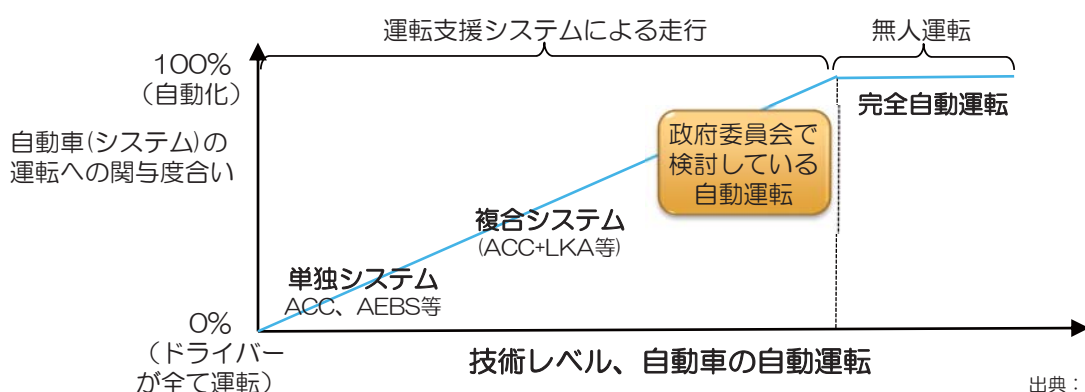
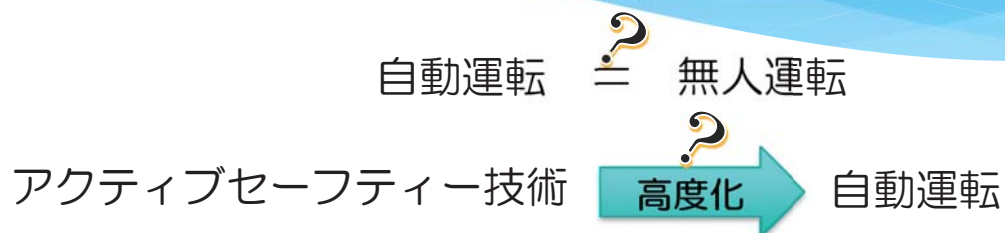
* 自動運転の歴史

- * 「自動運転」のコンセプトは古くからある
 - * 1939年ニューヨーク万博：ゼネラル・モーターズ「Futurama」
(近未来の理想的な社会を描いたジオラマ。自動運転の車が走る)
- * 実開発の歴史（津川、2013）
 - * 第一期：1950～60年代
 - * 路車協調型（誘導ケーブルを用いたガイド式）
 - * 第二期：1970～80年代
 - * マシンビジョンによる自律型
 - * 第三期：1990年代
 - * ITS（Intelligent Transport System）関連プロジェクト
 - * 第四期：2001年～（21世紀）
 - * 実用化を目指した技術の検証
(公道における隊列走行/自動運転のテスト)

3. アクティブセーフティーと自動運転

3.1 アクティブセーフティーから自動運転へ

* アクティブセーフティーと自動運転の関係



3. アクティブセーフティーと自動運転

3.1 アクティブセーフティーから自動運転へ

* ジュネーブ道路交通条約と道路交通法

* ジュネーブ道路交通条約（1949年）（抜粋）

第8条：

第8.1条：一単位として運行されている車両又は連結車両には、それぞれ**運転者がいなければならない。**

第8.5条：**運転者は、常に、車両を適正に操縦し、**又は動物を誘導することができなければならない。運転者は、他の道路使用者に接近するときは、当該他の道路使用者の安全のために必要な注意を払わなければならない。

第10条：**車両の運転者は、常に車両の速度を制御**していなければならない。また、適切かつ慎重な方法で運転しなければならない。運転者は、状況により必要とされるとき、特に見とおしがきかないときは、徐行し、又は停止しなければならない。

* 道路交通法（1960年）（抜粋）

（安全運転の義務）

第七十条：**車両等の運転者は、当該車両等のハンドル、ブレーキその他の装置を確実に操作し、かつ、道路交通及び当該車両等の状況に応じ、他人に危害を及ぼさないような速度と方法で運転**しなければならない。

⇒現行制度化では、**運転者は車両操縦の義務がある**

3. アクティブセーフティーと自動運転

3.2 自動化レベルの考え方

自動化レベル（Levels Of Automation: LOA）

* マサチューセッツ工科大学のシェリダン教授が提唱（1992）

* 筑波大学の稲垣教授らが「自動化レベル6.5」を追加（1998）

- 1 コンピュータの支援なしに、すべてを人間が決定・実行。
- 2 コンピュータはすべての選択肢を提示し、人間はそのうちのひとつを選択して実行。
- 3 コンピュータは可能な選択肢をすべて人間に提示するとともに、その中のひとつを選んで提案。それを実行するか否かは人間が決定。
- 4 コンピュータは可能な選択肢の中からひとつを選び、それを人間に提案。それを実行するか否かは人間が決定。
- 5 コンピュータはひとつの案を人間に提示。人間が了承すれば、コンピュータが実行。
- 6 コンピュータはひとつの案を人間に提示。人間が一定時間以内に実行中止を指令しない限り、コンピュータはその案を実行。
- 6.5 コンピュータはひとつの案を人間に提示すると同時に、その案を実行。
- 7 コンピュータがすべてを行い、何を実行したか人間に報告。
- 8 コンピュータがすべてを決定・実行。人間に問われれば、何を実行したか人間に報告。
- 9 コンピュータがすべてを決定・実行。何を実行したか人間に報告するのは、必要性をコンピュータが認めたときのみ。
- 10 コンピュータがすべてを決定し、実行。

3. アクティブセーフティーと自動運転

3.2 自動化レベルの考え方

- * 米国運輸省道路交通安全局（NHTSA）による分類
 - レベル0（自動化なし）（No-automation）
 - * 常時、ドライバーが、運転の制御（操舵、制動、加速）を行う。
 - レベル1（特定機能の自動化）（Function-specific Automation）
 - * 操舵、制動又は加速の支援を行うが操舵・制動・加速の全てを支援しない。
 - レベル2（複合機能の自動化）（Combined Function Automation）
 - * ドライバーは安全運行の責任を持つが、操舵・制動・加速全ての運転支援を行う。
-
- レベル3（半自動運転）（Limited Self-Driving Automation）
 - * 機能限界になった場合のみ、運転者が自ら運転操作を行う。
 - レベル4（完全自動運転）（Full Self-Driving Automation）
 - * 運転操作、周辺監視を全てシステムに委ねるシステム。

レベル3以上は、運転手による常時モニタリングを必要としていない

3. アクティブセーフティーと自動運転

3.3 自動運転の効果と課題

* 自動運転実現の効果イメージ



出典：国土交通省

3. アクティブセーフティーと自動運転

3.3 自動運転の効果と課題

- * 自動運転の実現に向けた課題

- * 技術課題

- * 環境認識：センシング
 - * 状況認識・判断：運転行動のモデル化
 - * コスト：システムの普及・低価格化
 - * 部品・システムの信頼性・安全性向上

- * 法整備

- * 事故時の責任の所在

- * 社会受容性

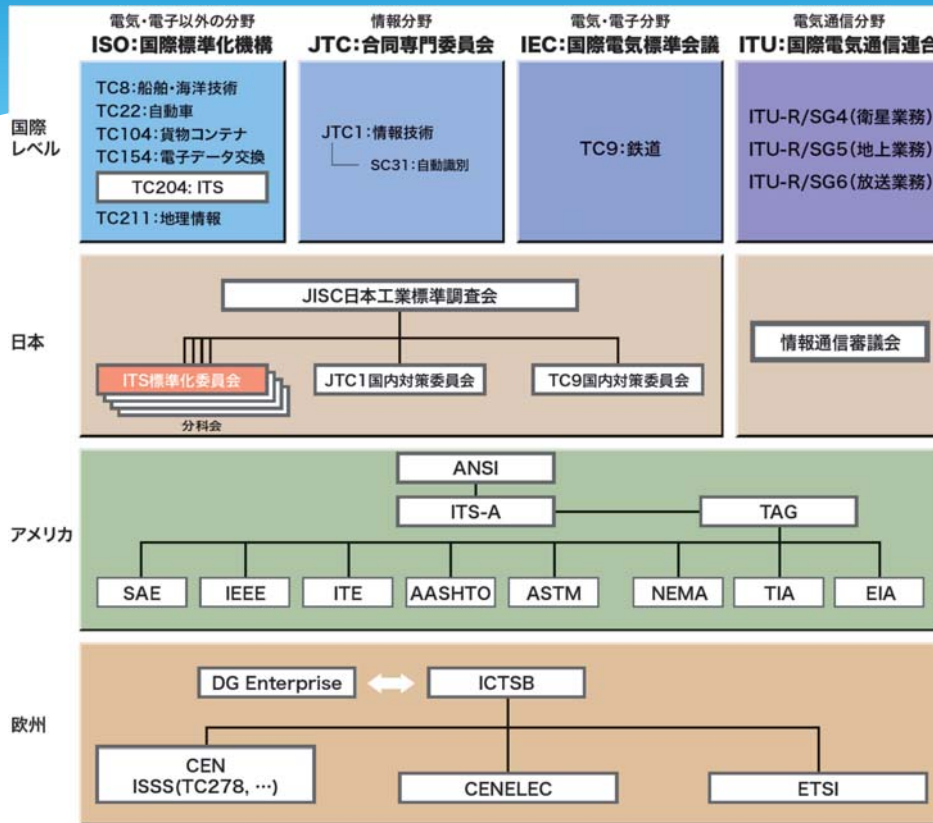
- * 費用対効果

内容

1. アクティブセーフティー技術のこれまで
 1. パッシブセーフティーからアクティブセーフティーへ
 2. アクティブセーフティーの開発の歴史
2. アクティブセーフティー技術の開発動向
 1. 実用化された予防安全技術
 2. 開発中の予防安全技術
3. アクティブセーフティーと自動運転
 1. アクティブセーフティーから自動運転へ
 2. 自動化レベルの考え方
 3. 自動運転の課題
4. アクティブセーフティーの標準化
 1. アクティブセーフティーに関する技術標準規格（国内、国際）
 2. 標準化の試験方法

4. アクティブセーフティーの標準化

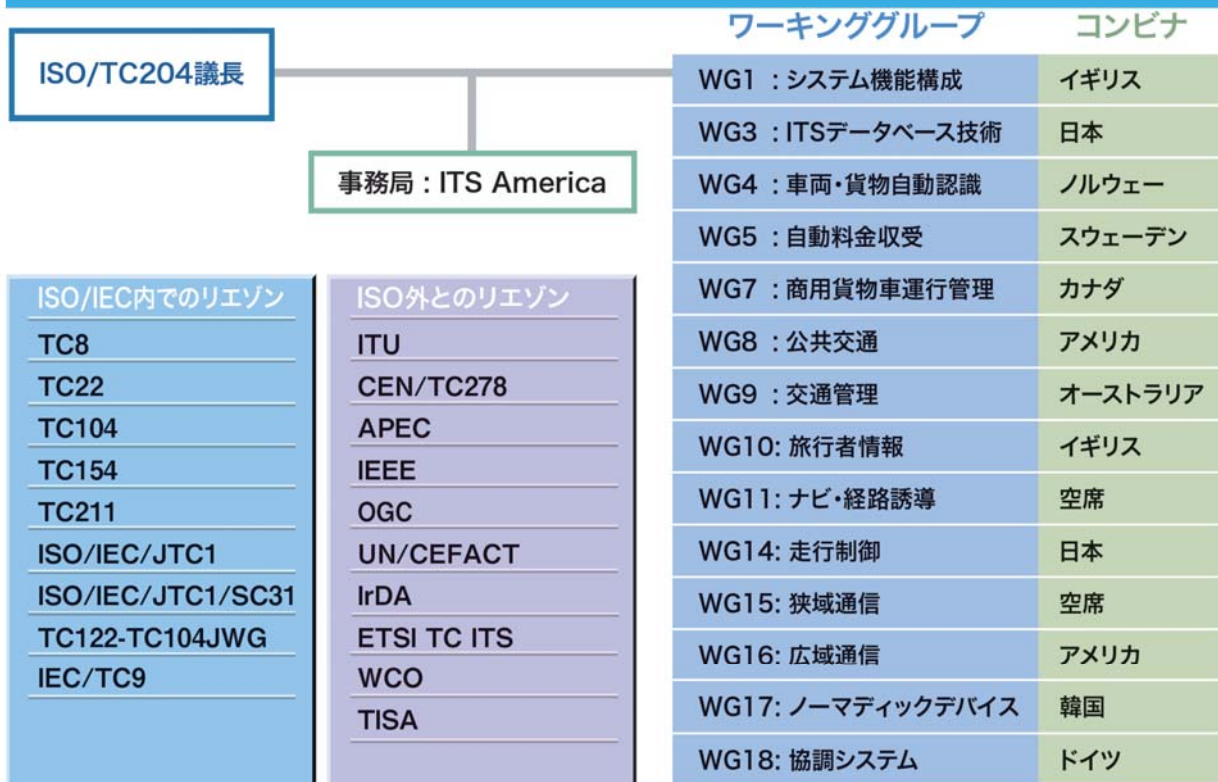
4.1 アクティブセーフティーに関する技術標準規格（国内、国際）



出典：自動車技術会

4. アクティブセーフティーの標準化

4.1 アクティブセーフティーに関する技術標準規格（国内、国際）



出典：自動車技術会

4. アクティブセーフティーの標準化

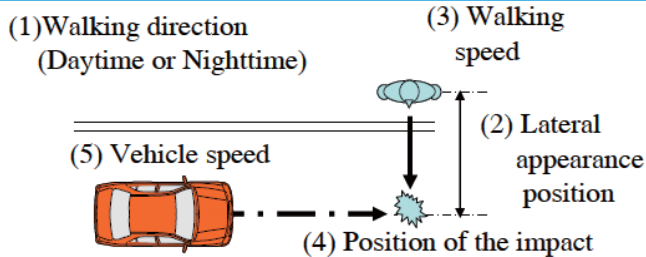
4.2 標準化の試験方法

システム開発プロセスにおける評価試験



4. アクティブセーフティーの標準化

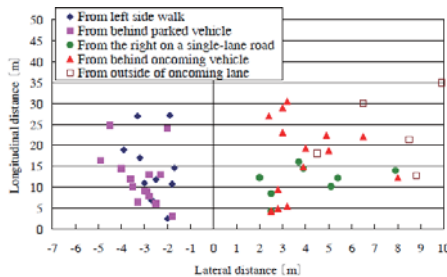
4.2 標準化の試験方法



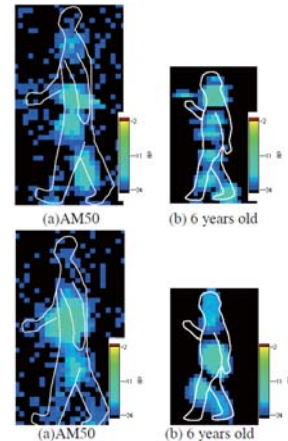
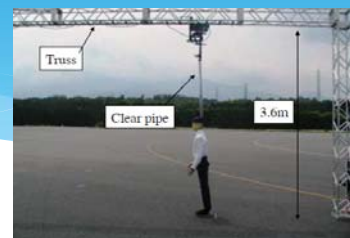
歩行者対応緊急ブレーキ試験の変数検討



ドライブレコーダ映像解析



ニアミス場面での歩行者出現位置分布



人間 (上) とダミー人形 (下) のレーダー反射強度

まとめ

- * アクティブセーフティーシステムの普及
- * 自動運転技術の開発促進、限定場面での実用化
- * 今後も発展が見込まれる分野
 - * 要素技術（センサー、運転行動のモデル化）
 - * 統合技術（複数機能の連携、システム化、個別化）
 - * システム評価手法（テストコース、公道）
 - * 生産技術（搭載、センサー校正技術）