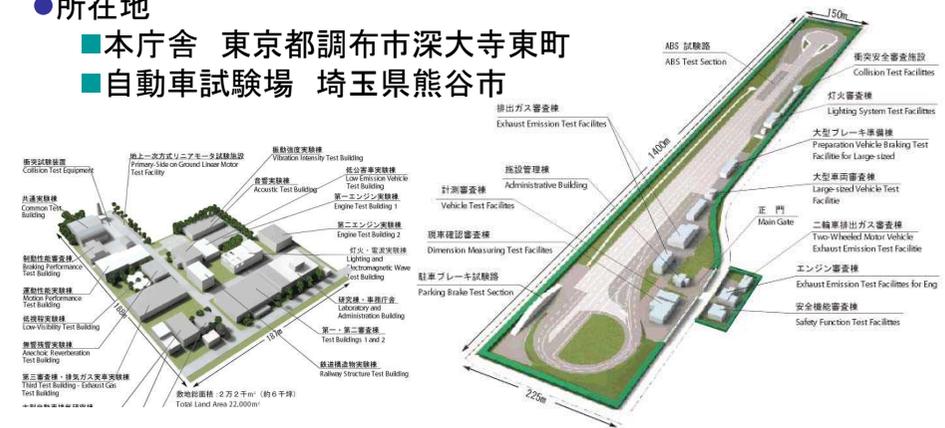


自動運転車両におけるドライバの役割と 国際基準調和活動への技術的支援

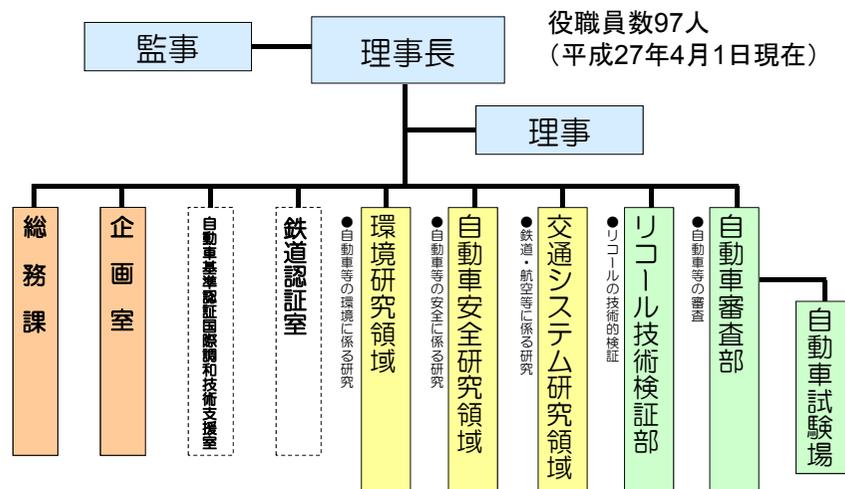
交通安全環境研究所
関根 道昭 平松 金雄

交通安全環境研究所(交通研)とは

- 国土交通省(旧運輸省)所管の独立行政法人
- 所在地
 - 本庁舎 東京都調布市深大寺東町
 - 自動車試験場 埼玉県熊谷市



交通研の組織

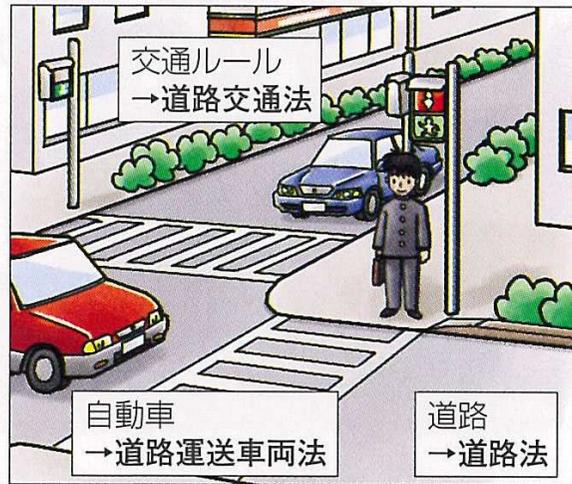


交通研の主な役割

- 自動車の安全性、環境保全に関する研究、調査
 - ➡ 保安基準、環境基準案の策定
- 新型自動車の認証(自動車審査部)
- 問題がある自動車装置の検証(リコール技術検証部)
- 国際基準調和活動の技術的支援
- 鉄道、新交通システム等の安全性評価
 - ➡ 鉄道の国際規格適合性認証

交通研は平成28年度から自動車検査独立行政法人と統合

自動車に関する法律



池上彰の社会科教室
こんなに身近な政治
より

交通研の仕事は道路運送車両法に関係

道路運送車両法

- 昭和26年に制定
- 自動車の登録、抹消、車検など、総合的な規則を定めた法律
- 保安基準
 - 同法の中で安全、整備、車検などに関する項目
 - 技術の進歩、経済状況、国際調和などに応じて改正

→ 新技術の安全性に関する研究、調査が必要

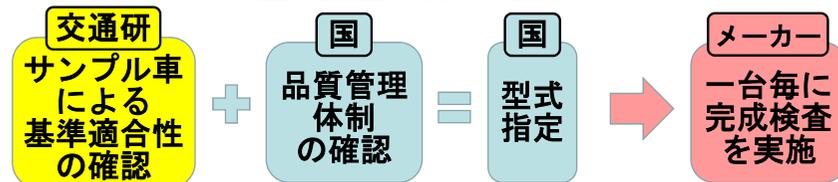
交通安全環境研究所が研究、調査

→ 細則や技術指針の改正

自動車認証制度

- ⇒ 日本の自動車保有台数は約8,000万台
- ⇒ 使用に際して、安全・環境基準への適合が必要
- ⇒ 基準適合性の確認は、国が「新規検査」として実施
- ⇒ 量産車の「新規検査」を効率的に行うため、型式指定制度に代表される「自動車認証制度」あり

<<< 型式指定制度のイメージ >>>



自動車認証制度の国際比較

- 型式認証制度(日本、欧州など)
 - 国は新型車両の発売前に基準適合性をチェック
 - 新車数台を詳細に調べて同じ型式の車両を認可
 - 使用過程において定期的に確認(車検制度)
 - 設計、製造上の問題はメーカーが無償で修理(リコール制度)
- 自己認証制度(米国)
 - 自動車の安全基準は存在するが、発売前のチェックはない
 - 市場に出回っている車両の抜き取り調査
 - 問題が生じたときの罰則は重い

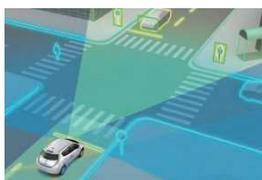
安全、環境基準の国際調和

- 自動車基準調和国際フォーラム(WP29)
 - 国際連合(ジュネーブの欧州本部)で議論されている安全・環境基準の国際調和活動
 - 交通研は技術的議論を支援
- 相互認証制度
 - 欧州と日本の基準協定(1958年協定) ECE Regulations
 - ✓ アジア諸国の協定加入も進む
 - 欧米日の基準調停(1998年協定) Global Technical Reg.
 - ✓ 米国は認証制度が異なるため課題も多い

運転支援技術と自動運転

自動運転技術の開発

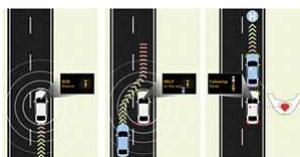
- 自動運転技術が世界中で研究されている
- 2020年までの市場投入を目標に掲げる



NISSAN HP資料



TOYOTA HP資料



HONDA HP資料



Google Car (報道資料より)

自動運転の背景

- 自動運転は運転の電子制御に基づいた運転支援技術が基盤
- 最近、衝突被害軽減ブレーキが急速に普及
 - 一般ユーザも運転支援技術を認知
 - 自動運転技術の開発が促進
- 自動運転技術への期待
 - 運転負担や環境負荷の軽減
 - 交通事故の低減
- 安全運転支援技術に関する2つの国際ガイドラインが発行
 - 緊急警報ガイドライン
 - 制御プリンシプル
- 自動運転技術の国際基準調和の必要性が高まる

運転支援技術と自動運転

- 先進安全自動車 (Advanced Safety Vehicle: ASV)
- 国際的にはAdvanced Driver Assistance System (ADAS)
 - 先進緊急ブレーキシステム: Advanced Emergency Braking System (AEBS)
 - 定速走行・車間距離制御装置: Adaptive Cruise Control (ACC)
 - 車線維持支援装置: Lane Keeping Assist System (LKAS)

先進緊急ブレーキシステム(AEBS)



引用: SUBARU HP, members.subaru.jp

車間距離維持装置 (ACC)



引用: ボルボV40のすべて
http://v40.volvo-style.com/news_20130821109

車線維持支援装置 (LKAS)



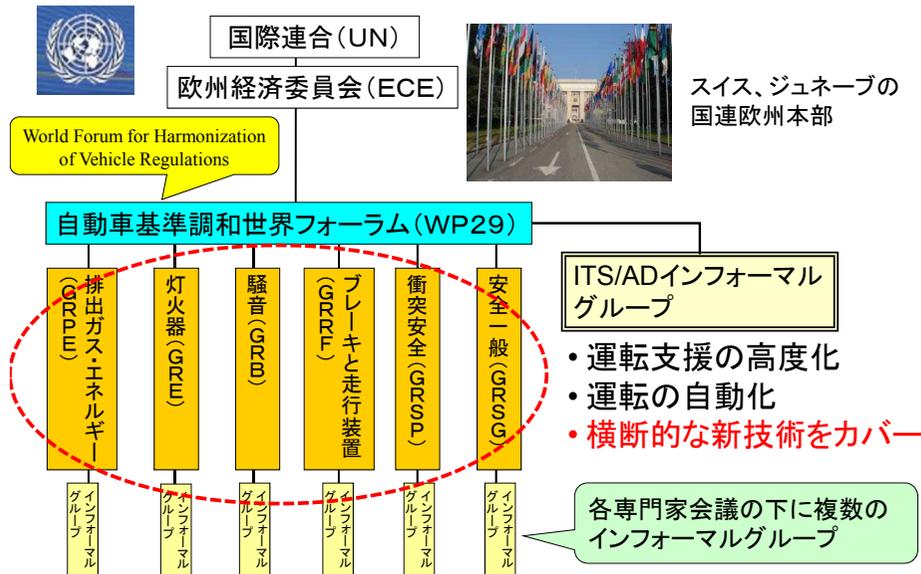
引用: TRW HP
http://safety.trw.com

自動運転はこれらの技術が融合した発展形
今後、情報通信技術の比重が増大すると考えられる

自動運転技術の国際基準調和

- 欧州の産官学プロジェクトが活発
 - HAVEit、interactIVe、AdaptIVeなど
- 新技術の安全性に関する国際基準を検討
 - ↓
- 国際連合の欧州経済委員会自動車基準調和世界フォーラム (UN/ECE/WP29)
 - 2002年 WP29/ITSインフォーマルグループ (ITS-IG)
 - ✓ 先進安全技術の国際調和の方向性を企画
 - ✓ 分野横断的な新技術の情報を共有
 - ✓ 警報、制御に関する国際ガイドラインを策定
 - 2014年11月 ITS/AD (Automated Driving)-IGに名称変更
 - 2015年3月 自動運転の国際基準を検討する活動計画 (Terms of reference) が合意

自動車技術基準の国際調和活動



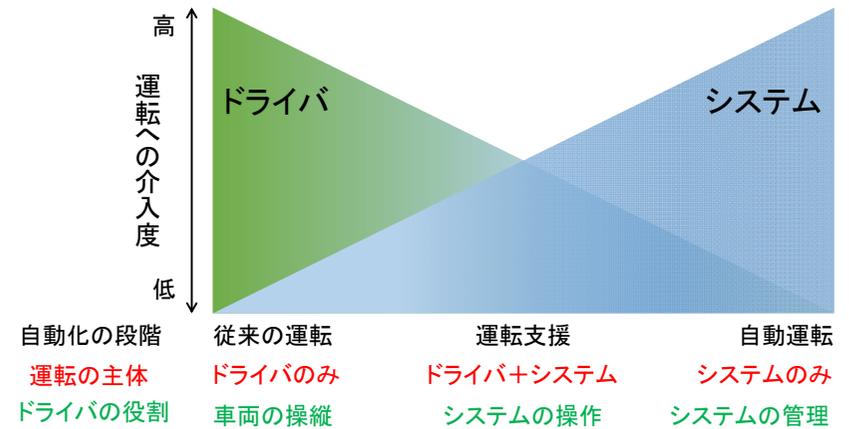
WP29/ITS/ADインフォーマルグループの発足

- 2002年 前身のITSインフォーマルグループが発足
- 2011年 緊急警報ガイドライン発行
- 2014年1月 制御プリンシプル発行
- 2014年11月 自動運転にリフォーカス (ITS/ADに名称変更)
- 2015年3月 Terms of Reference の採択
- 議長: 日本と英国の共同議長
- 主なメンバ: 日本、イギリス、ドイツ、オランダ、スウェーデン、カナダ、フランス、EUなど
- 関係団体: OICA (自動車), CLEPA (部品), ITU (通信) など
- 開催頻度: WP29の前後年6回 (必要に応じて電話会議)

安全運転支援技術に関する 2つの国際ガイドライン

ドライバとシステムの関係

- 自動運転は、運転支援の高度化を通じて段階的、連続的に発展



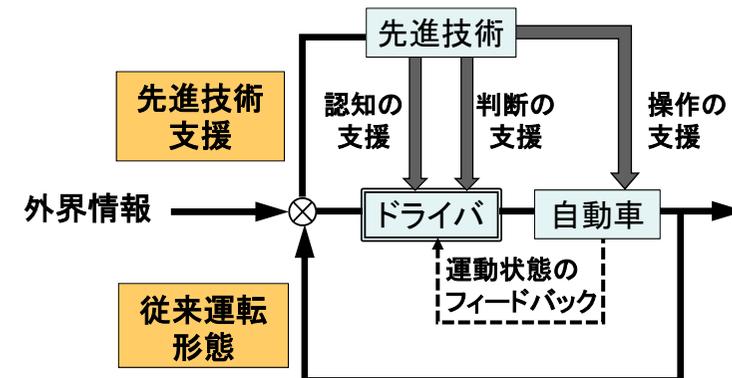
運転支援とヒューマンマシンインターフェース (HMI)

- ITS-IGIは**情報提供**、**警報**、**制御**の3つの支援を想定
- 車両とドライバ間の適切なHMIが重要

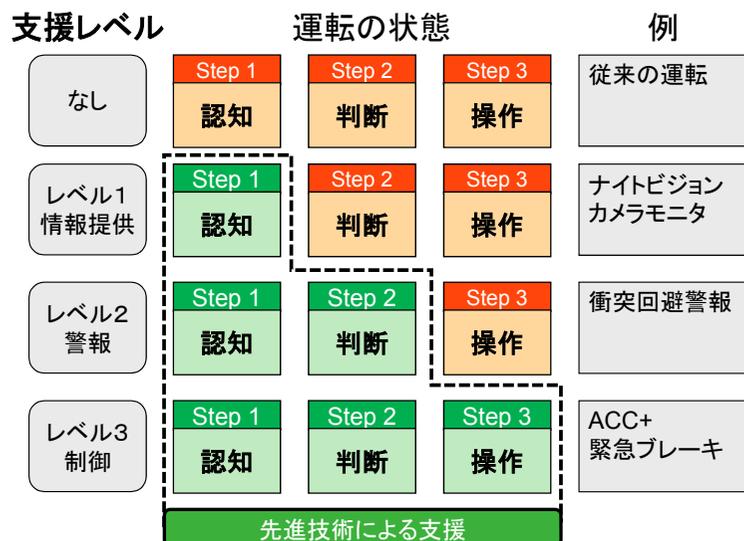


ドライバ・インザループの原則

- 安全運転の主体はドライバ、ASV技術はドライバを側面支援
- ドライバは安全システムの一部

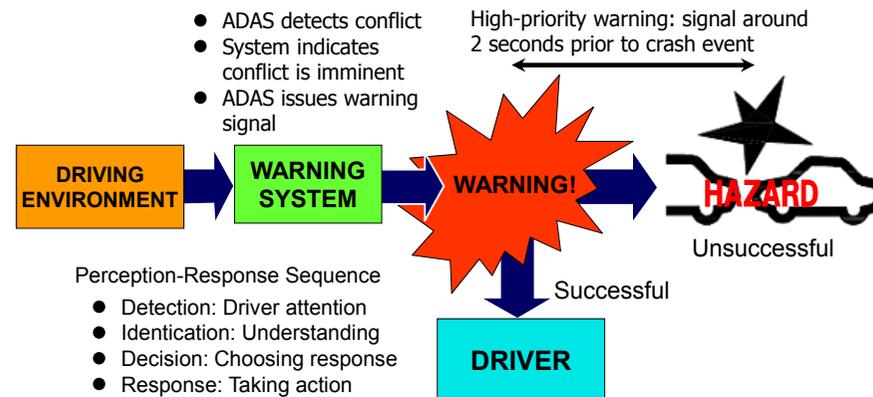


認知判断操作の三段階支援



緊急警報ガイドライン(2011年)

- 事故の可能性が高い場合に発せられる緊急警報の定義
- 緊急警報が備える国際間、地域間の共通ルール

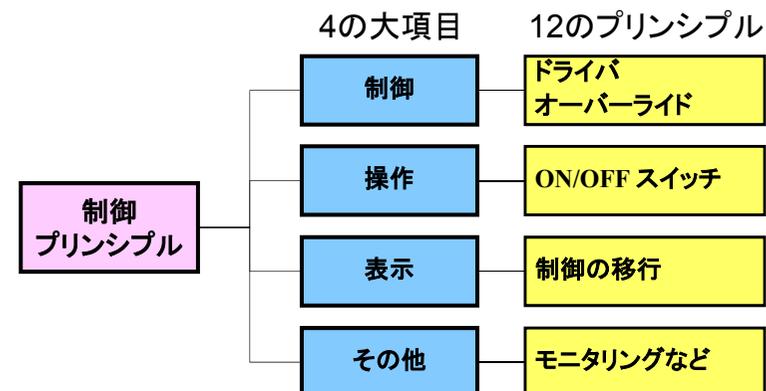


緊急警報の要件

1. 運転環境において簡単に識別できること
2. 自動車におけるその他のメッセージと区別されること
3. 危険対象の位置を示す空間的な手がかりを提供すること
4. 危険対象の接近をドライバに知らせること
5. ドライバからタイムリーな反応や判断を引き出すこと
6. 複数の警報には優先順位を付けること
7. 可能な限り誤警報／迷惑警報率が低いこと
8. 緊急警報のシステム状態と性能低下が表示されること

制御プリンシプル(2014年)

- ドライバとシステムが役割分担するときの基本原則
- 人間特性に配慮した地域間、国家間の共通ルール



制御プリンシプルの概要

1. 制御

- ① システム制御へのドライバの強制介入(ドライバオーバーライド)
- ② 衝突回避、被害軽減を目的とした作動

2. 操作

- ③ システムONからOFFに手動により切り替え可能
- ④ 危険回避システムの初期設定はON

3. 表示(ドライバへの通知)

- ⑤ システムが作動中であることを示すフィードバック
- ⑥ 異常又は故障時の通知

制御プリンシプルの概要

3. 表示(つづき)

- ⑦ システムの正常動作が保証されない場合に通知する
- ⑧ システムからドライバへの制御主体の移行を通知する

4. その他

- ⑨ ドライバが注意力を維持できるように適切な調整を行う
- ⑩ システムの利用に先立ち適切な使用方法を通知する
- ⑪ 標準的なシンボルを使用する
- ⑫ システムが作動中であることを他の道路利用者へ表示する

自動運転技術の 国際基準調和に向けた課題

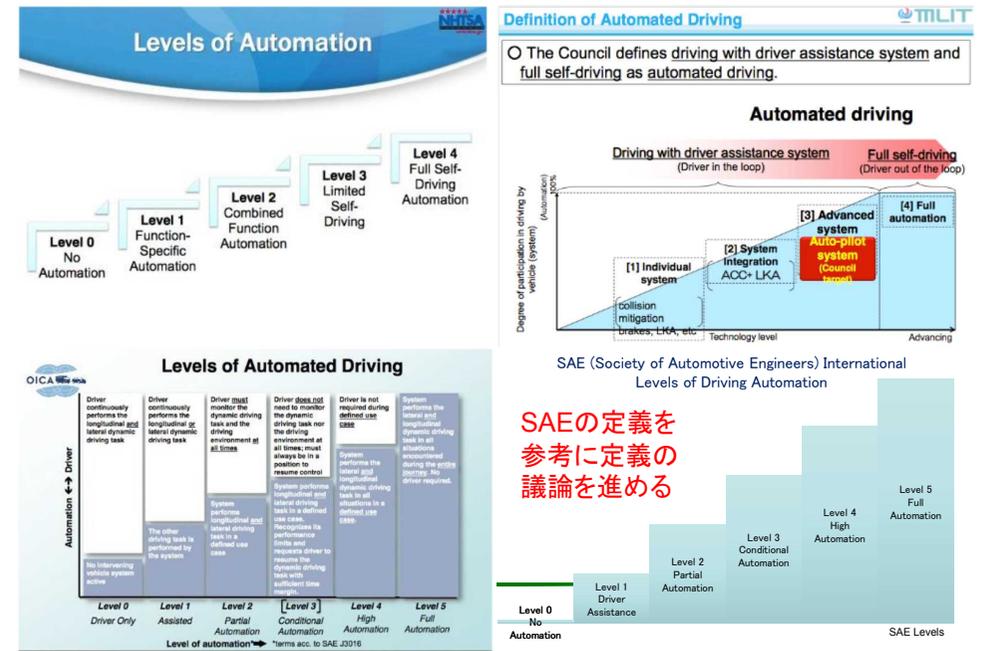
ITS自動運転分科会の主な活動計画

Terms of Reference (2015年3月WP29合意)

- 自動運転の共通定義の提案(2016年3月まで)
 - 既存の自動運転レベル定義の比較(SAE定義を基本に進める)
 - 高度運転支援と完全自動運転の区別(ドライバインザループの明確化)
 - 代表的なシステムと使用事例の決定など
- 自動運転の国際基準の確立に関連する議論(2016年3月まで)
 - 現行基準を精査し、必要な基準化項目を提案
- 主な関連課題と法的障壁の共通理解(2016年11月まで)
 - 国際道路交通法との整合など
- 情報セキュリティに関するガイドライン(2017年3月まで)
 - eSecurityハッキング、なりすまし操作の防止など
 - eSafety システム冗長性、事故時の車載システムデータの記録など
- その他
 - 完全自動運転に向けた情報交換など

自動運転の共通定義の提案

自動運転技術の定義の例



自動化レベルの国際調和 (SAE定義に基づく)

■ 手動運転から完全自動運転までを5段階に分類

レベル	レベルの名称	定義
0	No Automation (手動運転)	ドライバーがすべての運転タスクを行う
1	Driver Assistance (運転支援)	ステアリングや加速・減速の個別システムによる支援
2	Partial Automation (部分自動運転)	個別システムの同時作動による前後左右方向の自動制御
3	Conditional Automation (条件付き自動運転)	ほとんどの運転をシステムが行うが、要求に応じてドライバーが適切に対応
4	High Automation (高度な自動運転)	要求に応じてドライバーがすぐに適切に対応しなくても問題ないように動作する
5	Full Automation (完全自動運転)	すべての道路や環境条件においてシステムが運転を行う

ドライバーとシステムの役割分担

レベル	レベルの名称	操作の主体	環境の監視	万が一の備え
0	No Automation (手動運転)	ドライバー	ドライバー	ドライバー
1	Driver Assistance (運転支援)	ドライバー	ドライバー	ドライバー
2	Partial Automation (部分自動運転)	システム	ドライバー	ドライバー
3	Conditional Automation (条件付き自動運転)	システム	システム	ドライバー
4	High Automation (高度な自動運転)	システム	システム	システム
5	Full Automation (完全自動運転)	システム	システム	システム

共通定義策定の進め方の例 (日本の提案)

SAE Level	使用事例 (Use case)	関係する装置	制御主体	環境の監視義務	責任の主体	ウーン条約、ジュネーブ条約
0			D	D	D	Compliance
1			D	D	D	Compliance
2			D	D	D	?
3			D?/S?	D?/S?	D?/S?	?
4			S	S	S	?
5			S	S	S	?

D: Driver S: System

1. 自動運転技術に必要な装置、機能、性能をリストアップ(上のような表を作成)
2. 各項目における代表的なuse caseと懸念点の洗い出し
3. 既存の技術、装置では対応できない状況への対策
 - ✓ 緊急時の安全を確保するための装置(デッドマンシステムなど)
 - ✓ 装置の使用状況を確認するための装置(ドライバモニタなど)
 - ✓ 事故時のシステム作動状況の記録のための装置(OBD,EDRなど)
4. すべてが揃ったところで、自動運転技術に必要な最小限の要件について提案

自動運転の国際基準の確立に 関連する議論

自動命令型操舵機能(ACSF)の例

7. Auto-overtaking : In scope of ACSF informal group In Blue : by ACSF system In Red : by the driver

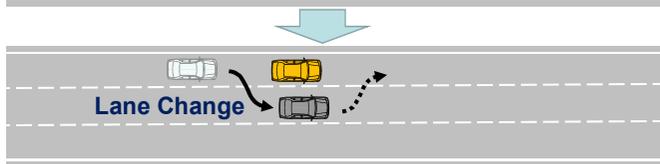
Driver's intention (e.g. Switch)

Lane Keep +
auto overtaking

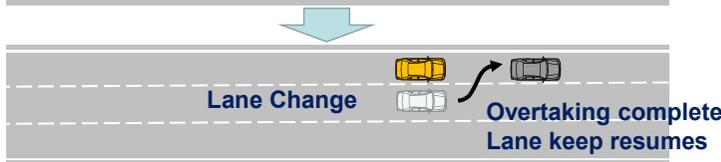
1)



2)



3)



ACSFインフォーマルグループ資料 (ACSF-01-12) を修正

自動運転技術を考慮したGRRFへのガイダンス

(2015年6月合意)

- EC規則R79(操舵)はACSFを10km/h以下に制限
 - ACSF-IGは速度制限解除の要件を検討
- ACSFを高速度域で安全に使用するための指針
 1. **ドライバ支援システム**
 - 常時オーバーライド可能な従来型の運転支援
 2. **部分自動システム**
 - ドライバ指令による自動制御
 - ✓ 歩行者、自転車、対向車が分離した片側複線道路で使用する
 - ✓ 車線維持や車線変更に対応するACSFの要件を定義すること
 - ✓ ドライバは常時環境を監視すること
 - ✓ 車両からのドライバ監視も考慮すること
 - ✓ ドライバは何時でもシステム作動のオーバーライドや中断ができること
 3. **完全自動運転システム**
 - 現時点では対象外

自動運転技術を考慮したGRRFへのガイダンス (続き)

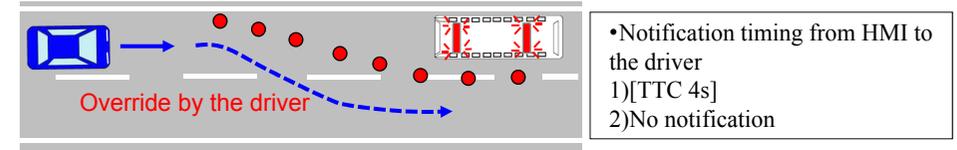
- 今後の検討課題
 - 自動運転システムを開始させるためのドライバ入力の定義
 - システムからドライバへの安全な制御モードの遷移方法
 - 他の車両や他の交通に対する悪影響の排除
 - 適切なヒューマンマシンインターフェース
 - システム保全性の監視
 - システム作動状態の記録など

運転操作の権限移譲手続き

- システムを使用できない状況では自動運転から手動運転に切り替え
 - 適切な切り替えのタイミングと方法が必要
- 自動運転システムのHMI標準化
 - ISO TC22/SC13/WG8

Examples of the traffic scene (4) (reduction of the lanes)

Lane Keep



ACSF-02-05 より引用

主な関連課題と法的障壁の 共通理解

ウーン条約、ジュネーブ条約との整合性

- ウーン条約(1968年発効)第8条5項、第13条1項
 - ドライバはいかなる時も車両を制御できなければならない
 - ジュネーブ条約(1949年発効)第8条3項
 - 車両には国内法令で定める数の運転者がいなければならない
 - 自動運転はこれらの条文に抵触する可能性あり
- ↓
- 2014年3月の国連道路交通安全作業部会(WP1)がウーン条約の改正案を採択
 - 次の場合はウーン条約に適合とみなす
 - ✓ ブレーキアシストなどWP29が採択済みの装置
 - ✓ オーバーライドとスイッチオフが可能なそれ以外の装置

完全自動運転に向けたウーン条約の改正案

- 2ステップでの議論(ベルギー、スウェーデンが提案)
 1. **半自動運転** システムが運転の一部を代行
 - ✓ 車両には1名の**ドライバ**が必要
 - ✓ 改定後のウーン条約において運用可能
 - ✓ サブタスクの許容範囲についても検討
 2. **完全自動運転** システムが運転のすべてを代行
 - ✓ フルコントロールを行うシステム=**ドライバ**とみなす
 - ✓ この論理のみで自動運転を合法化できるか？
 - ✓ サブタスクが可能？→各国の道交法にも関係する
 - ✓ **保安装置の裏付けを含む慎重な議論が必要**

情報セキュリティに関する ガイドライン

情報セキュリティについて

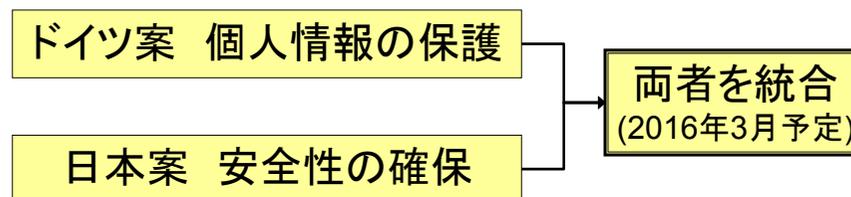
- 自動運転における情報ネットワーク技術の活用
 - 車車間、路車間通信による事故予防対策
 - デジタルマップ等による経路情報の高度化
- PCと同様のセキュリティに対する配慮が必要
 - 自動車利用に伴う個人情報の保護
 - データ改ざん、なりすまし利用等の回避
- 自動車の安全性能への適合が必要
 - サイバー攻撃による不正操作の回避
 - システム異常時における安全性の確保(冗長性など)



情報セキュリティガイドラインの策定

情報セキュリティに関するガイドライン

- EUにおける既存の取り組みを発展させる
 - eSecurity 個人情報の保護、安全性の確保
 - eSafety システム冗長性、事故時におけるシステムデータの記録(EDR)など
- 最新の議論(2015年11月)



まとめ

- 自動運転は運転支援システムが高度に発展した延長線上の技術であり、段階的に発展すると予想
- 自動運転はある程度の段階までドライバーが安全管理義務を負うことになる予想
 - 当面の間、警報ガイドライン、制御プリンシプルに基づいたHMIの設計が技術の適正な発展のために必要
 - システム異常時等のシステム側の都合により、自動運転から手動運転に切り替える際のタイミングや運転操作の権限委譲方法の解明が必要

まとめ(続き)

- 次の新しい課題も解決する必要がある
 - 各種の道路交通条約との整合性
 - 自動車の情報セキュリティなど
- ITS/ADインフォーマルグループは、自動運転技術の国際基準化を推進させるための様々な新しい課題に着手
- 交通研は、この活動が適切に進むように支援を強化し、ACSFや情報セキュリティなどに関する技術的な研究、調査を実施中