

速報版

資料15-3-3-2
別添資料【非公開資料】

AUTOMATED VEHICLES SYMPOSIUM 2015

**AUTOMATED VEHICLES
SYMPOSIUM 2015**
DRIVERS. VEHICLES. INFRASTRUCTURE.

SYMPOSIUM: JULY 21-23, 2015
ANCILLARY MEETINGS: JULY 20 and 24, 2015
Ann Arbor Marriott Ypsilanti at Eagle Crest Hotel and
Conference Center | Ann Arbor, Michigan | USA



2015年7月29日

特定非営利活動法人 ITS Japan

自動運転プロジェクトチーム

内村孝彦



- **実施日** : 7月21日～7月23日
- **場 所** : Marriott Ypsilanti Michigan USA
- **参加者** : 約862名(日本から46名の参加者は海外からの参加者でNO.1)
政府、学会、自動車、部品、コンサルタント、弁護士等

■ 概要

- 今回から大幅に参加者が増加(約550人→862名)と関心の高さが伺われる
- それぞれの政府、主要組織の関係者からの現状報告があり、米国の自動運転概況把握には最適な会議である
- 欧州各国からの発表に比べて日本からの発信は少ないため、拡大を検討したい
- 主要テーマ毎のセッションが構成され、議論の焦点が明確になっている
- Breakout セッション
 - ✓ 参加者がそれぞれの意見を言い合った昨年から、Key personが発表する形式に変化し、企画に合わせた議論が行われたが、全体セッションを小型化しただけの印象
 - ✓ 課題によっては事前会議が行われ、成果を出すための工夫も見られる、
 - ✓ 選定された17のテーマが米国の高い関心事項
 - ✓ 議論により、課題解決を推進できるようSIP-adusとしても主催者との連携を取っていきたい



■ 各国参加者

AUTOMATED VEHICLES SYMPOSIUM **2014**

16 Countries (130)

AUTOMATED VEHICLES SYMPOSIUM **2015**

24 Countries (156)





AVS 2015週日程



■ 第4回は、カリフォルニアからミシガンに開催地変更

	7月20日(月)	7月21日(火)	7月22日(水)	7月23日(木)	7月24日(金)
AM	MTC Opening event	AVS	AVS	AVS	自動運転 3極会議
PM		AVS	AVS	AVS	



Peter Sweatman, Director of
The Michigan Mobility Transformation Center
cordially invites you to
Save the Date for

The Grand Opening
of
Mcity
an off-roadway test facility for connected and automated
mobility systems
on
Monday, July 20, 2015
9:30 am Arrival
10:00 am Opening Ceremony
11:15 am Demonstrations
12:30 pm Explore Mcity
2:00 pm Mcity closes

2909 Baxter Rd., Ann Arbor, MI 48109



Presented in partnership with the Michigan Department of Transportation
and the Michigan Economic Development Corporation



AUTOMATED VEHICLES SYMPOSIUM 2015

DRIVERS. VEHICLES. INFRASTRUCTURE.

SYMPOSIUM: JULY 21-23, 2015
ANCILLARY MEETINGS: JULY 20 and 24, 2015
University of Michigan | Ann Arbor, Michigan | USA

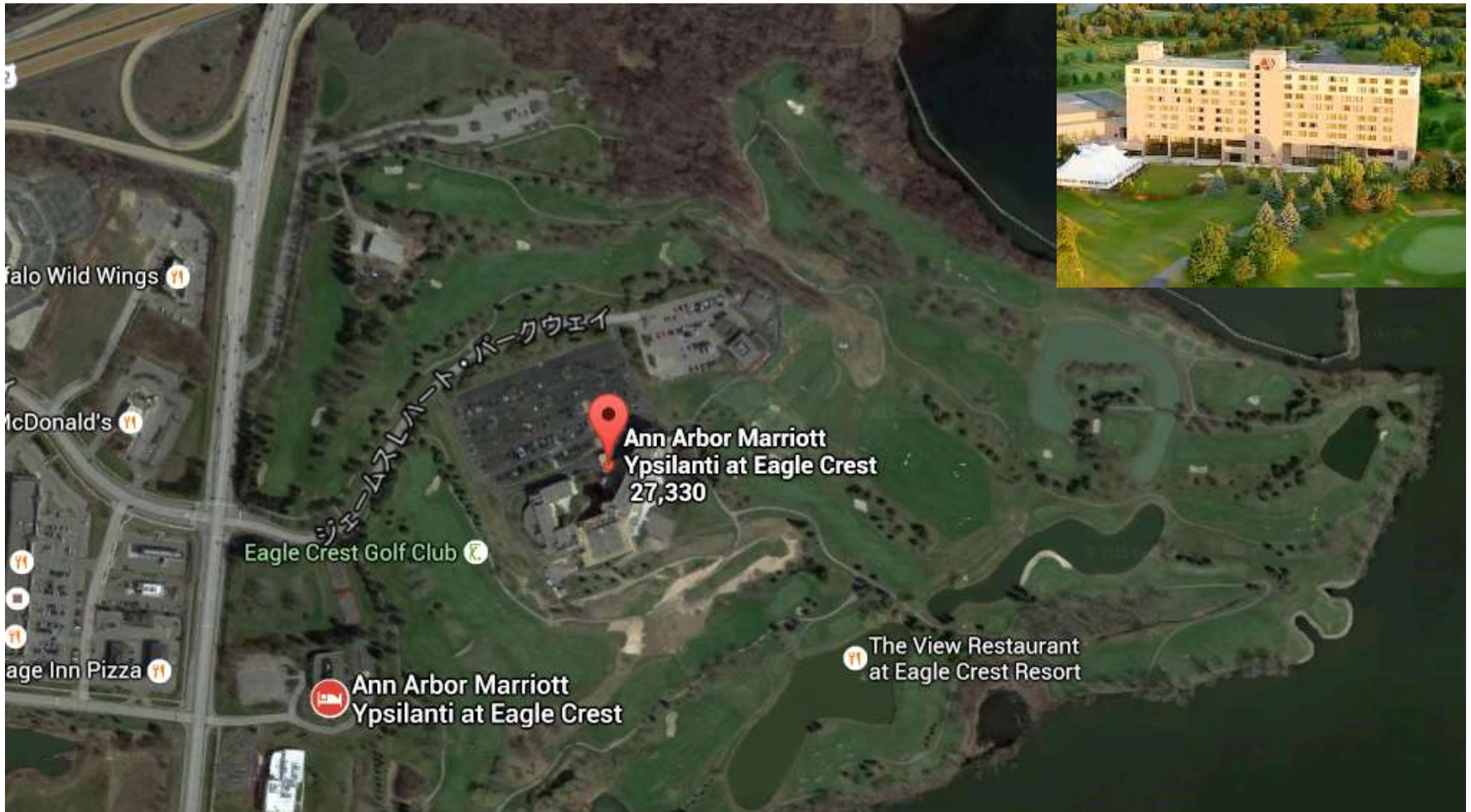




会議開催地



- 会議開催場：直前にミシガン大学からYpsilanti Marriottホテルに変更





■ セッションの全体構成

➤ 例年の構成に個別課題のセッションが加えられた構成

	7/20 (月)	7/21 (火)	7/22 (水)	7/23 (木)	7/24 (金)
AM 1	Mcity 開所式	<ul style="list-style-type: none"> • Welcome • Opening Keynote • 自動車、部品会社報告 • パネルセッション-1 	<ul style="list-style-type: none"> • Welcome • Opening Keynote - Chris Urmson Google • 国際的取り組み 	<ul style="list-style-type: none"> • Welcome • 民間による取組 	3極会議
AM 2		<ul style="list-style-type: none"> • 主要研究課題の特定と取組 • パネルセッション-2 • パネルセッション-3 	<ul style="list-style-type: none"> • 公共の受容性 • Human Factor • トラックへの適用 • デジタルインフラ • パネルセッション-4 	<ul style="list-style-type: none"> • パネルセッション-5 - 州と都市の課題 • Break out session結果報告 	
PM 1		<ul style="list-style-type: none"> • Breakout session - 自動運転のテーマに分かれた会議 	<ul style="list-style-type: none"> • Break out session 	<ul style="list-style-type: none"> • DOT近況報告 - Volpe center - FHWA - ITS-JPO - NHTSA - FHWA 	
PM 2				3極会議	



■ Symposium Welcome

- Brian Wynne, President and CEO, AUVSI
- Jane Lappin, Volpe National Transportation Systems and Chair, TRB Intelligent Transportation Systems Committee

■ Welcome to Michigan

- Kirk Steudle, Director, Michigan department of Transportation

■ Opening Keynote Address:

- Dr. Mark R. Rosekind, Administrator, National Highway Traffic Safety Administration

■ Vehicle Manufacturer and Supplier Briefings

- Michael Pozsar, Vice President, Electronic Controls, Electronics & Safety, Delphi  報告
- Dr. Kay Stepper, Vice President, Head of Regional Business Unit Driver Assistance & Automate Driving, Robert Bosch LLC  報告
- Dr. Cem U. Saraydar, Director, Electrical and Controls Systems Research Lab, General Motors
 - ✓ GM自動運転に対する取り組み概要を報告: 新規内容無

■ Panel Session-1

- Moderator: Bob Denaro, Chair, TRB Joint Subcommittee on Challenges and Opportunities for Road Vehicle Automation and ITS Consultant



Michael Pozsar, Vice President, Electronic Controls, Electronics & Safety, Delphi

- アクティブセーフティの市場が拡大
- 完全自動運転に向けたロードマップを想定
- 大陸横断テストを実施し大きな成果を得た
 - 主要な発見
 - ✓ 6レーンまでの走行が可能
 - ✓ 複数のセンサーが必要
 - ✓ 米国の高速道路の100%近く走行可能
 - 今後の取り組み
 - ✓ カメラ技術の改善
 - ✓ 走行挙動の最適化





Dr. Kay Stepper, Vice President, Head of Regional Business Unit Driver Assistance & Automate Driving, Robert Bosch LLC

- クルマは優れたドライバーになりえるか?
- Vision: 傷害のない運転 Infury free driving
- Automated Drivingに必要な技術
- Highly automated drivingはセンサーの冗長が要求される
- Connectivityが重要





■ Identifying and Addressing Key Research Questions

- Legal Issues Addressed in the EU AdaptIVe Project 報告
 - ✓ Andreas Knapp, Daimler AG
- Crash Avoidance Metrics Partnership 報告
 - ✓ Levasseur Tellis, Technical Specialist, Functional Safety, Ford Motor Co.
- Michigan Mobility Transformation Center Research Roadmap 報告
 - ✓ John Maddox, Assistant Director, Michigan Mobility Transformation Center
- Ethical Considerations for Vehicle Automation Systems 報告
 - ✓ Dr. Chris Gerdes, Professor, Mechanical Engineering, Stanford University
- Panel Session
 - ✓ Moderator: Dr. Steven Shladover, Chair, TRB Vehicle-Highway Automation Committee and University of California PATH Program

■ Panel Session: Private Investment in Vehicle Automation

■ Moderator:

- John Casesa, Vice President of Global Strategy, Ford Motor Co.

■ Panelists:

- Philipp von Hagen, Member of Executive Board, Porsche Automobil Holding SE;
- Zach Barasz, Kleiner Perkins Caufield & Byers;
- Glenn Mercer, Industry Analyst;
- Chris Thomas, Founder and Partner, Fontinalis



Andreas Knapp, Daimler AG

Legal issues addressed in the EU funded AdaptIVe project

- 自動運転には大きな効果が期待されているが法的課題がある
- AdaptIVeでは、法的課題をResponse 4で扱う
- Driver Out of loop
 - 今までの法律が適用できない
 - ドライバーとシステム間制御分担に対する責任を明確にする必要がある

■ 課題

業界の視点からの行動の必要性を議論する

Automated Vehicleの市場導入への道を切り開く

現在の法的解釈はAutomated Vehicle公道走行を許容しない

法律を評価し、必要な対応を明確にする

国内法は、自動運転に関し異なる場合がある

主要な市場を分析 - プロジェクト・パートナーは、それぞれの国のために貢献

クルマはいつ安全とみなすことができるか？

現行法の解釈。責任リスク？



Andreas Knapp, Daimler AG

Legal issues addressed in the EU funded AdaptIVe project

■ 研究タスク

➤ 自動運転機能の市場導入のための法的な困難さ

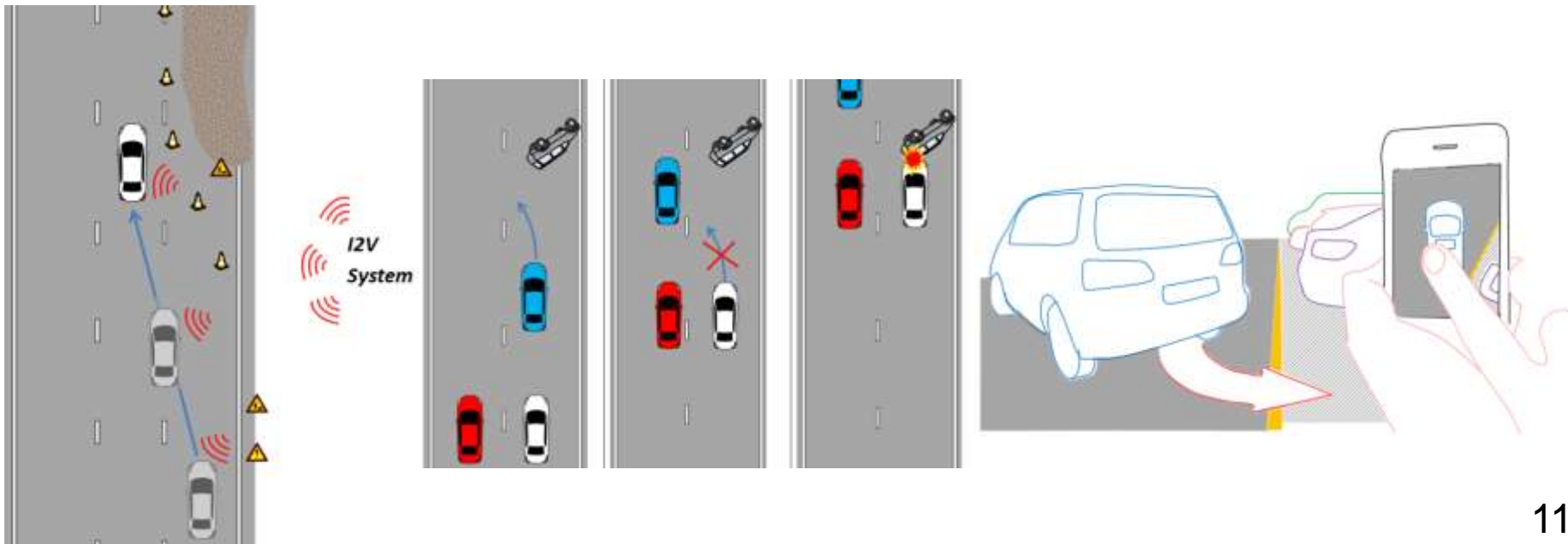
何が製造物責任の観点で製造者に対する新しいリスクか？

自動運転機能により収集されたデータの活用と保護

車両データやV2Xデータの破損や不正行為に対する保護

■ シナリオ

➤ 代表的なシナリオを設定し、ケースバイケースの検討が必要(PL対応)





Leveasseur Tellis Ford Motor Company Development of Safety Principles by automation level

■ CAMP AVR

- 2013年11月からプロジェクト開始
- 6つのタスク
- 参加組織: OEM6社

■ CAMP AVRの目的

- 自動運転レベルの機能的説明の定義
- 実現可能性のある自動運転機能の定義
- 自動運転レベルにより適用される安全原則(Safety Principle)の定義
- 運転自動化システムを評価する客観的試験法の開発
- NHTSAとの連携
 - ✓ Human Factor
 - ✓ 電子制御システムの安全性

■ 最高の安全原則の開発

- AVRコンソーシアムの重要な成果物
 - ✓ 最高の安全原則を作成するための危険分析は、自動運転により発生することが確認された危険を効果的で簡潔にカバーする
 - ✓ 過去のAVRタスクで定義した自動運転のレベルに対する中位、最高レベルのセットの安全原則を作成
 - ✓ 妥当な選択はOEMのエンジニアに委ねるが、自動運転システムに対する安全ガイダンス(Safety guidance)の作成





Leveasseur Tellis Ford Motor Company Development of Safety Principles by automation level

■ 安全原則の作成プロセス

1. 潜在的損失の特定

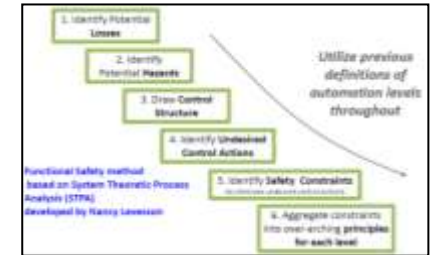
2. 潜在的危険の特定

3. 制御構造を描く

4. 望ましくない制御動作の特定

5. 安全的制約を特定
(望ましくない制御動作を防止するために)

6. それぞれのレベルに対し包括的な原則に制約を集約





■ 自動運転におけるLossとHazard

➤ Lossの定義

- ✓ 人身傷害や財産の損害が生じる望まれない予定外のイベント

➤ Hazardの定義

- ✓ 外乱の最悪の状態を伴い、損失につながる可能性のあるシステム状況

Loss	危険な対象物との車両衝突
H1	車両が車線を逸脱
H2	車両がトラクション、スタビリティの損失
H3	車両が路線内で危険な対象物と過剰接近
H4	車両が交通法規、ルール、規範を逸脱

Note: 定義として、Hazardはすべてのレベルの自動運転で同一



Levasseur Tellis Ford Motor Company Development of Safety Principles by automation level

■ 安全上の制約は安全原則に集約する

望ましくない制御動作	安全的制約	潜在的原則	
人間のドライバーが、 注意や理解不足のため対象と事象の検出と応答が維持されていない時、必要としない誤った制御をする	人間による対象と事象の検出と応答が維持されること	レベル2の自動化では、危険回避は人間のドライバーが対象と事象の検知と応答を遂行し、動的運転操作を遂行することに依る	人間のドライバーの対象と事象の検出と応答の原則
人間のドライバーが、 環境を理解する能力の欠如により対象と事象の検出と応答が維持されていない時、必要としない誤った制御をする	人間による対象と事象の検出と応答が維持されること 人間のドライバーは、環境を理解する能力を持つこと	レベル2の自動化では、危険回避は人間のドライバーが対象と事象の検知と応答を遂行し、動的運転操作を遂行することに依る	
		人間のドライバーは環境を理解する能力を持つこと	クルマの設計の原則
人間のドライバーが、自動運転が不作動な時、危険を回避するために制御が必要な時に正しい制御を行わない、または不適切だったり、早すぎたり、遅すぎる制御を行う	ドライバーは、自動運転が不作動な時、危険を回避するために必要な時に正しく車を制御する必要がある	レベル2の自動化では、危険回避は人間のドライバーが対象と事象の検知と応答を遂行し、動的運転操作を遂行することに依る	人間のドライバーの対象と事象の検出と応答の原則

OEDR(Object and Event Detection and response): 対象と事象の検出と応答

DDT(Dynamic Driving Task): 動的運転操作



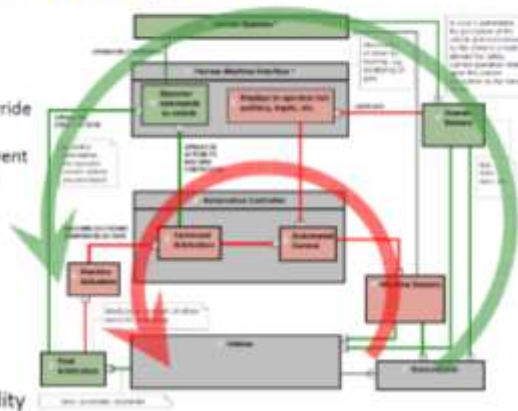
Leveasseur Tellis Ford Motor Company Development of Safety Principles by automation level

■ Safety Principles

Level 2 Principles



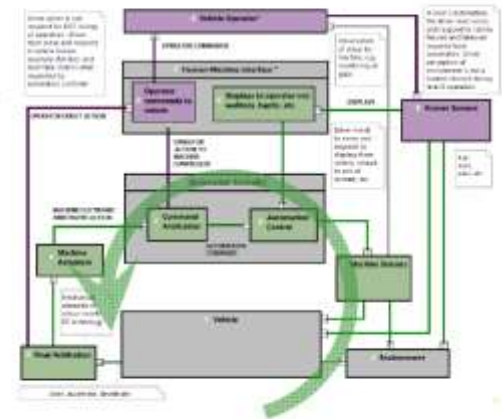
- Driver
 - Operational Readiness
 - OEDR
 - Decision to initiate/ override/ cancel automation
 - Fallback control in the event of vehicle or automation failure
- Vehicle
 - Vehicle Controls
 - Visibility
 - Driver control
- Automation - controllability



Level 3 Principles



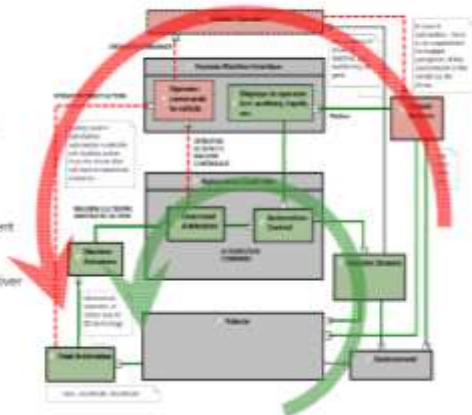
- Driver
 - Operational Readiness
 - Decision to initiate/ override/ cancel automation
 - Fallback control in event of vehicle failure
- Vehicle
 - Vehicle Controls
 - Visibility
 - Driver Control
- Automation
 - Driver initiated
 - Persistent indication of high automation
 - Complete OEDR
 - Validate operational domain
 - Controllability during override or cancel



Level 4 & 5 Principles



- Driver/Operator
 - Operational Readiness
 - Decision to initiate operation
- Vehicle
 - Driver controls if low automation available
 - Visibility if human driver is present
- Automation
 - Complete OEDR
 - Persistent indication of high automation if human driver is present
 - Fail safe operation
 - Validate operational domain
 - May not immediately respond to driver request





Leveasseur Tellis Ford Motor Company Development of Safety Principles by automation level

■ Safety Principles

Safety principle related to:		When automation is engaged at:			
		Level 2	Level 3	Level 4	Level 5
Driver/ Operator	assures operational readiness (SP 2.1 i)		← (SP 3.1)	← (SP 4.1)	← (SP 5.1)
	relied upon to avoid hazards, by completing the OEDR subtask and DDT (SP 2.1 ii)				
	activates automation for first				

Safety principle related to:		When automation is engaged at:			
		Level 2	Level 3	Level 4	Level 5
Automation Controller (part 1)	arbitrate between defined driver inputs and driving automation commands by prioritizing the driver input (SP 2.3 i)		← (SP 3.3 i)		
	allow driver to take full control at any time (SP 2.3 iii)				
	may verify defined driver input before deactivating driving automation (SP 2.3 iii)				

Safety principle related to:		When automation is engaged at:			
		Level 2	Level 3	Level 4	Level 5
Automation Controller (part 2)			prohibit entry into automated driving when domain is not achieved (SP 3.7 ii)	← (SP 4.2 ii)	
			vehicle/automation system single point failure shall not cause immediate loss of total control (SP 3.8)	designed such that any single failure does not lead to a hazardous situation (SP 4.3)	← (SP 5.3)
			before exiting domain or in advance of automation failure that impacts DDT performance, system shall transfer control to the driver (SP 3.9)	ability to engage minimal risk condition when necessary (SP 4.2-iii)	← (SP 5.2)
			verified driver inputs shall cause transition to lower level automation (SP 3.9 i)	may delay requests by operator to take over/stop automation when necessary to avoid identified hazards (SP 4.4)	← (SP 5.4)
			system shall maintain operational condition that affords reasonable transition time to driver (SP 3.9 ii)		

Vehicle systems	designed such that the driver capable of fully performing (lateral / longitudinal control and OEDR) (SP 2.2)
-----------------	--



John Maddox, The UM Mobility Transformation Center Research Roadmap

- MTC設置の背景、狙い: 略
- MTCで検討されるシステム
- 自動化への障害

- Legal, Liability and Insurance issues
- Customer acceptance & understanding
- Standardized technology assessments & validation for safe operation
- AV operation in mixed traffic
- Catalog of human behavior in critical situations
- Transition of vehicle control with partial automation
- Cybersecurity of AVs



■ MTCで取り組む優先課題

- Connectivity (V2X)
- Automation
- Cybersecurity
- Standards
- Consumer Acceptance
- Legal Issues
- Business Models

	applications
Connected	
V2V	Cooperative Crash Imminent Braking
	Emergency Brake Lights
	Intersection Movement Assist
	Left Turn Assist
	Blind Spot / Lane Change Warning
	Do Not Pass Warning
	Right Turn in Front of Transit Vehicle, etc
+ V2I	Adaptive Signal Control
	Advanced Traveller Info System
	Work/Speed Zone warning
	Motorist Weather Advisories/Warnings
	Pedestrian in Crosswalk
	Agency Probe Data
	Smart Parking, etc
Automated	
AV	L2 lane keeping
	L2 traffic jam assist
	L3 highway autopilot?
	L2/3 parking assistant
Automated + Connected	
AV + V2V + V2I	all above, in more scenarios, +
	L3 platooning
	L4 platooning
	L2/3/4 auto intersection eco-approach/departure
	L4 auto-valet
all + V2P	L4 full urban operation amongst pedestrians



John Maddox, The UM Mobility Transformation Center Research Roadmap

■ 優先度の高いResearch Questions(研究課題)

- 試験設備は、安全な操作のための標準化された評価 & 検証にどのような役割を持つのか？
- 信頼性のためにテストするときの適正価格は？
- 準備を評価するためにシミュレーションをどのように活用できるか？
- AVIは、どのように人間に運転されるクルマとの対話のするか？
- V2Xは、自動化された車両に具体的にどのような価値をもたらすのか？
- 構築されたインフラストラクチャはどのような役割があるか？
- データマッピングとインフラはどのような役割を持つか？
- どのように社会的受容を達成するか？
- 非接続および/または非自動化された車両に対し、どのような利益をもたらすか？



John Maddox, The UM Mobility Transformation Center Research Roadmap

■ 共通なResearch Questions(研究課題)

➤ Cybersecurity

- ✓ AVに対しどのような具体的な必要性/リスクが存在するか
- ✓ 無線によるアップデートでどのように安全を提供するか

➤ Legal/Liability/Insurance

- ✓ 既存の法体系にどのような変更が要求されるか?
- ✓ 既存の保険システムにどのような変更が要求されるか?
- ✓ AVの衝突事故でどのように過失が評価されるか?
- ✓ プライバシーへの主要な影響は何か?

➤ 顧客の価値

- ✓ どのように顧客の価値と受容性を定義し測定するのか?

➤ データの収集と分析

- ✓ 衝突事故や機能不全の根本的原因特定を支援するためどのようなデータを保存するか?
- ✓ 既存のデータセットは、新たなCAVデータセットと活用できるか?
- ✓ データは起業家精神と新しいビジネスモデルを推進できるか?

➤ 社会的インパクト

- ✓ エネルギーと健康へのインパクト



John Maddox, The UM Mobility Transformation Center Research Roadmap

■ 研究への取り組み:下表は現在のプロジェクト

- 企業によるWorking Group活動
 - ✓ テーマにより関心のあるグループにより実施
 - ✓ 企業とミシガン大学MTCの専門家で共同議長

1st Round	
RoadMap for Automated Vehicles in Ann Arbor	School of Urban Planning
Cybersecurity Testing Methodologies and Tools for CAVs	UMTRI, COE
The Driver in the "Driverless" Car: Developing a Simulator Approach for Evaluation of Driver Performance and Behavior	UMTRI
Mobility Data Mining for Intelligent Transportation	UMTRI, School of Information
2nd Round	
Cybersecurity Roadmap for AVs	UMTRI, COE
Application of Current Legal Precedents on Fault and Liability for Crashes of Automated Vehicles	UMTRI, School of Public Health
Examination of Driver State Monitoring and Operator Engagement as Strategies for Mitigating Human Factors Challenges with Transfer-of-Control During Automated Driving	UMTRI
Survey and Framework for Legal and Regulatory Issues Arising from AV Technologies	Law School
Remote Intrusion Detection and Prevention for CAV Cybersecurity	COE
Investigation of Drivers Adaption Behavior and Decision Making when Interacting with CAV Technologies	UMTRI
Consumers response to AVs	UMTRI
Age-Related Differences in Driver behavior with AVs and Transfer-of-Control	UMTRI/ATLAS
Intelligent Parking Guidance System for CAVs based on Connected Sensor Networks	COE/UMTRI
Development of "Smart Carts" as a Shared AV Transportation System	COE
Development of Pedestrian-to-Vehicle Communication for CAV Deployments	UMTRI
Ethics and Automation - A Sudden-Reveal Study	UMTRI



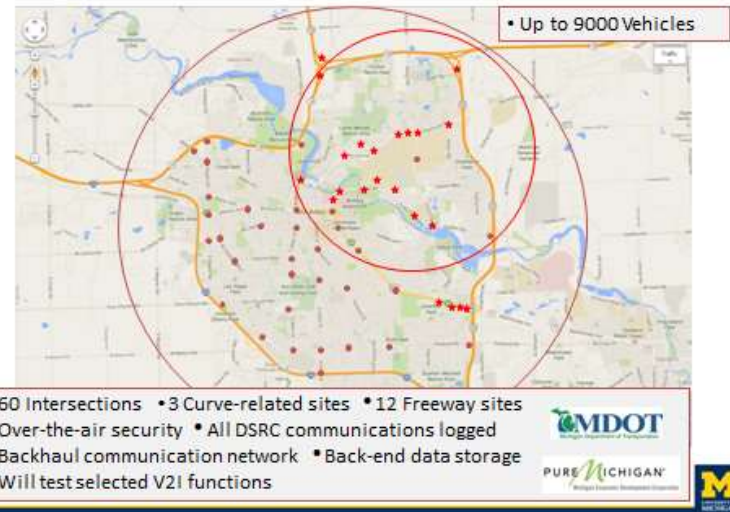
John Maddox, The UM Mobility Transformation Center Research Roadmap

■ 研究への取り組み

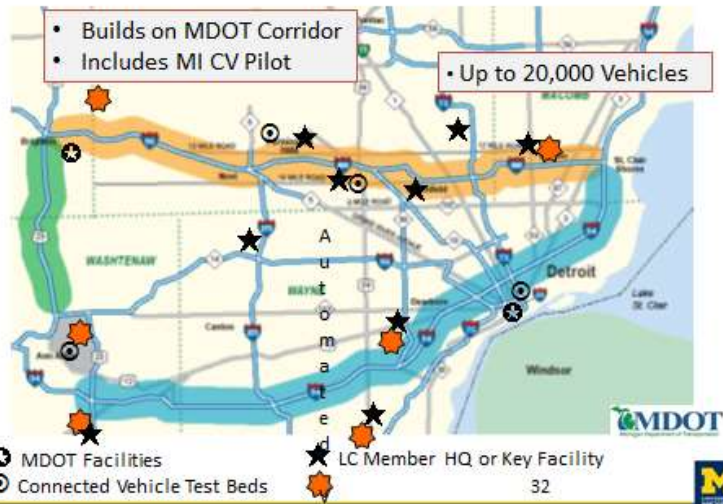
➤ 現在の活動

- ✓ Pillar 1
- ✓ Pillar 2
- ✓ Pillar 3とMcity
- ✓ Cybersecurity
- ✓ Legal とInsurance

PILLAR 1: CONNECTED ANN ARBOR



Pillar 2: Connected Southeastern Michigan



PILLAR 3: AUTOMATED ANN ARBOR

Ann Arbor Automated Vehicle Field Operational Test (2016+)

- 2,000 connected and automated vehicles
- Including Level 4 automated vehicles
- 27 sq. miles of densely instrumented infrastructure





J. Christian Gerdes, Ethical Considerations for Vehicle Automation Systems
Professor of Mechanical Engineering and, by courtesy, of Aeronautics and Astronautics Stanford

■ 自動運転システムに対する倫理的配慮

- 自動運転を実現する社会でも安全、モビリティ、合法性の成立が必須
- 様々な環境でどのように自動化を機能させるかが課題
- 哲学者と技術者の共同検討が必要



避けられない際にどちらに衝突するか



センターラインを越えることが禁止



合流時にスピードリミットで走行するか?



交通は社交ダンス



Peter Sweatman (Chair)
Maxime Flament (Co-Chair)
Bob Denaro

■ 概要天野さん報告



National Academy of Sciences Building
Washington D.C.
Informal report

Peter Sweatman (Chair)
Maxime Flament (Co-Chair)
Bob Denaro



Breakout Sessions

1. Beyond Single Occupancy Vehicles: Automating Transit and Shared Mobility
2. Early Deployment Opportunities For Connected Automation Systems
3. Energy and Demand
4. Human Factors In the Design of Road Vehicle Automation
5. Legal Aspects of Automated Vehicles, Including Liability, Insurance and Ethics
6. Physical and Digital Infrastructure
7. Prioritizing Public Policy Challenges for Automated Vehicles
8. Truck Automation
9. Verification and Validation of On-Road Automated Vehicles
10. Wireless Connectivity For Automated Vehicles: Which Vehicle Use-Cases Need It? What Technologies Provide It?



テーマ: Roadworthiness

■ 三極会議に向け、サブグループとしての対応を議論

■ 参加者

- Kevin Dopart, USDOT, USA
- Frank Barickman, NHTSA, USA
- Felix Fahrenkrog, RWTH Aachen, Germany
- Álvaro Arrúe, Applus IDIADA Group, Spain

■ 主な議論

- NHTSAは、自動運転の公道試験に向け、テスト手順を作成している
- 欧州では、Small field testが各地で開始されている
- 欧米とも、自動運転車両を公道で走行させるためには、基準づくりが必要と考えている
- SAE等の既存の関係試験の基準を参考に作成することを検討している
- IDIADAが欧州では、Roadworthinessを担当しており、基準づくりを検討している
- このRoadworthinessサブチームで国際的に通用する基準を作りたいので、適宜連携会議を開催する

■ 関連情報

- Mercedesの公道走行デモ:ドイツで特別なライセンスを取得
- Audiの米国大陸横断デモ:Delfiが実施。運転手が存在することにより実施したが、本来基準違反
- スペインでは特別な赤いライセンスプレートが必要
- オランダでも特別なライセンスを検討中
- 各国で異なる基準となるため、国境を越えた実験はできない



Verification and Validation of On-Road Automated Vehicles

【パネラー発表】

■ Industry Presentations

- Jeremy Salinger, General Motors
- Ed Griffor, Fiat-Chrysler Automobiles
- Ibro Muharemovic, Continental
- Bill Shogren, Harman

■ Regulatory & Research Presentations

- Frank Barickman, NHTSA
- Steven Shladover, University of California PATH Program

■ Regulatory & Research Presentations (continued)

- Felix Fahrenkrog, RWTH Aachen
- Huei Peng, University of Michigan Mobility Transformation Center



■ Symposium Welcome/Opening Comments

- David Agnew, R&D Strategy & Intelligence, North America, Chassis & Safety Division, Continental Automotive Systems Inc
 - ✓ 2015年AVSの参加状況を報告 概要部に報告済のため略

■ Keynote Address

- Dr. Chris Urmson, Director, Self-Driving Cars, Google [x]
 - ✓ ITS America年度総会の内容とほぼ同一なので省略

Shared Mobility Initiatives Session

■ CityMobil2 報告

- Dr. Adriano Alessandrini, University di Roma La Sapienza and Project Coordinator, CityMobil2

■ Projects in the UK

- Michael Hurwitz, Director Energy, Technology & International, Department for Transport
 - ✓ UKでの取り組みを報告

■ Drive Sweden 報告

- Jan Hellaker, Head of Automation, Lindholmen Science Park AB

■ World Economic Forum 報告

- Alex Mitchell, Director, Head of Automotive Industry, World Economic Forum

■ Automated Vehicles and Public Perception 報告

- Kristin Kolodge, Executive Director, Driver Interaction, J.D. Power



Adriano Alessandrini, University di Roma La Sapienza and Project Coordinator, CityMobil2

■ Google carとの比較を元にCityMobil2の特徴を説明

➤ デモサイト試乗者数

- ✓ Oristano – 2580
- ✓ La Rochelle – 14660
- ✓ Lausanne – 4850
- ✓ Vantaa – 1610 (first 10 of 20 days)
- ✓ Total – 23700

➤ デモで学んだこと

- ✓ 失陥への対応
 - 冗長対フェールセーフ
- ✓ 他の道路利用者との対応
 - 道路利用者の予測対統合安全評価
- ✓ 外部問題との対応
 - 警察と道路工事の認識対管制室との連携

Selected demo sites



But what is it an ARTS and how does it differ from a Google car



- | | |
|---|--|
| <ul style="list-style-type: none"> • Individually used cars • Door-to-door • From anywhere to anywhere • Using any infrastructure • No supervision | <ul style="list-style-type: none"> • Ride-shared vehicles • Multimodal • On pre-selected routes • Only on certified (adapted) infras • Full supervision |
|---|--|



Adriano Alessandrini, University di Roma La Sapienza and Project Coordinator, CityMobil2

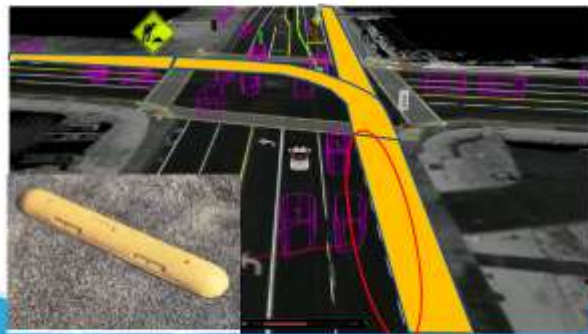
■ クルマに対して実施したこと

- 他の交通と境界を設けた専用軌道を走行

■ インフラに対して実施したこと

- ARTS認定レーンを導入
- ARTSレーンを利用するマニュアル車には特別なルールを適用
 - ✓ 停車禁止、駐車禁止、追い越し禁止
- 他の移動車両や固定の障害物までの距離を確認し、衝突までの時間を想定した上で車両の最高速度を設定
- Speed-bump設置による減速、インフラセンサーの設置により衝突を回避

What would we have done on vehicles



Elaboration on Chris' slide

What would we have done on vehicle and control

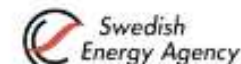


Elaboration on Chris' slide



Jan Hellaker, Head of Automation, Lindholmen Science Park AB
Swedenでの自動運転プロジェクト: Drive Sweden

- スウェーデン政府3つの政府組織と50%の民間の協力によるいくつかのStrategic Innovation Program(SIP)を推進
 - SIPの目的
 - ✓ 国際競争力のための条件を作成
 - ✓ 社会のための地球規模の課題への持続可能な解決策検討
 - Life cycleは12年を想定
 - 各プログラムは、それぞれのフィールド内での活動を調整する政府の権限を持つ





Jan Hellaker, Head of Automation, Lindholmen Science Park AB
Swedenでの自動運転プロジェクト: Drive Sweden

■ Drive Swedenの主要テーマ





Jan Hellaker, Head of Automation, Lindholmen Science Park AB Swedenでの自動運転プロジェクト: Drive Sweden

■ Drive Swedenのメンバー

- 関係組織による構成
- 政府と都市
- 車両OEM
- ITCとサプライヤ
- 大学と研究機関
- テスト会社

■ 誰にでも解放





Jan Hellaker, Head of Automation, Lindholmen Science Park AB Swedenでの自動運転プロジェクト: Drive Sweden

■ 主要プロジェクト

➤ DRIVE ME

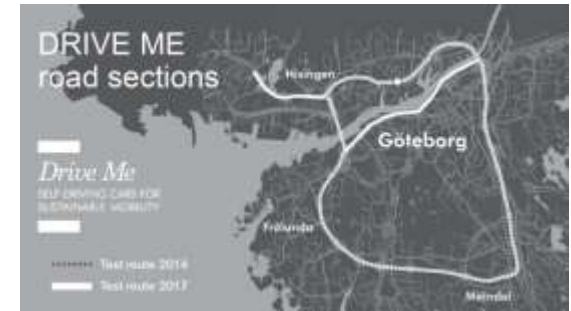
✓ 焦点

- 社会や経済的利点
 - ・ 交通効率の向上
 - ・ 交通環境
 - ・ 道路安全
- インフラの観点
- 適切な交通状況
- 自動運転に対する顧客の期待
- 道路利用者とSelf-driving carの関わり
- 法的観点

➤ 自動化に対するクラウドの支援

➤ Truck Platooning

➤ 公共交通の自動化



Cloud support for Automation



Truck platooning – a low hanging fruit



- SARTRE
- COMPANION
- FLEWA SAA
- FLOWREU

Next step: Automation





Alex Mitchell, Director, Head of Automotive Industry, World Economic Forum World Economic Forumの取り組み

- **なぜWorld Economic ForumがSelf-driving vehicle(SDVs)に関心を持つか?**
 - 米国に多大な社会的効果がある: \$1.3T(GDPの8%, 156兆円 120円/\$)

Self-driving vehicles (SDVs) could bring tremendous societal benefits—
effects in the US estimated at \$1.3T (8% of GDP)



Annual benefits for fully autonomous vehicles in the US alone

- Full automation** Unconditional, full-time performance of the driving task under all conditions that a human driver can manage
- High automation** Part-time situation- or geography-dependent performance of the driving task of the automated driving system
- Autonomy, self-driving** Common vernacular terms for both full automation and high automation
- Connectivity** Here: Building block of incumbent approach to reap safety benefits along the way

30,000+ lives saved by avoided accidents



5.5B less hours spent in congestion



75B hours of regained commuting time



80% lane capacity improvement



40% fuel economy improvement





Alex Mitchell, Director, Head of Automotive Industry, World Economic Forum World Economic Forumの取り組み

■ 2014年の活動

- 自動車、保険、技術、公によるWGを構成
- Multi-Stakeholderのロードマップ作成

Working group includes automotive, insurance, tech, and public sector

Objective: Draft a multi-stakeholder roadmap



Berlin	Detroit	New York
<i>Evaluated most significant challenges</i>	<i>Defined economic use cases</i>	<i>Developed a strategic roadmap</i>
<i>May 20</i>	<i>Jul 9</i>	<i>Oct 20</i>

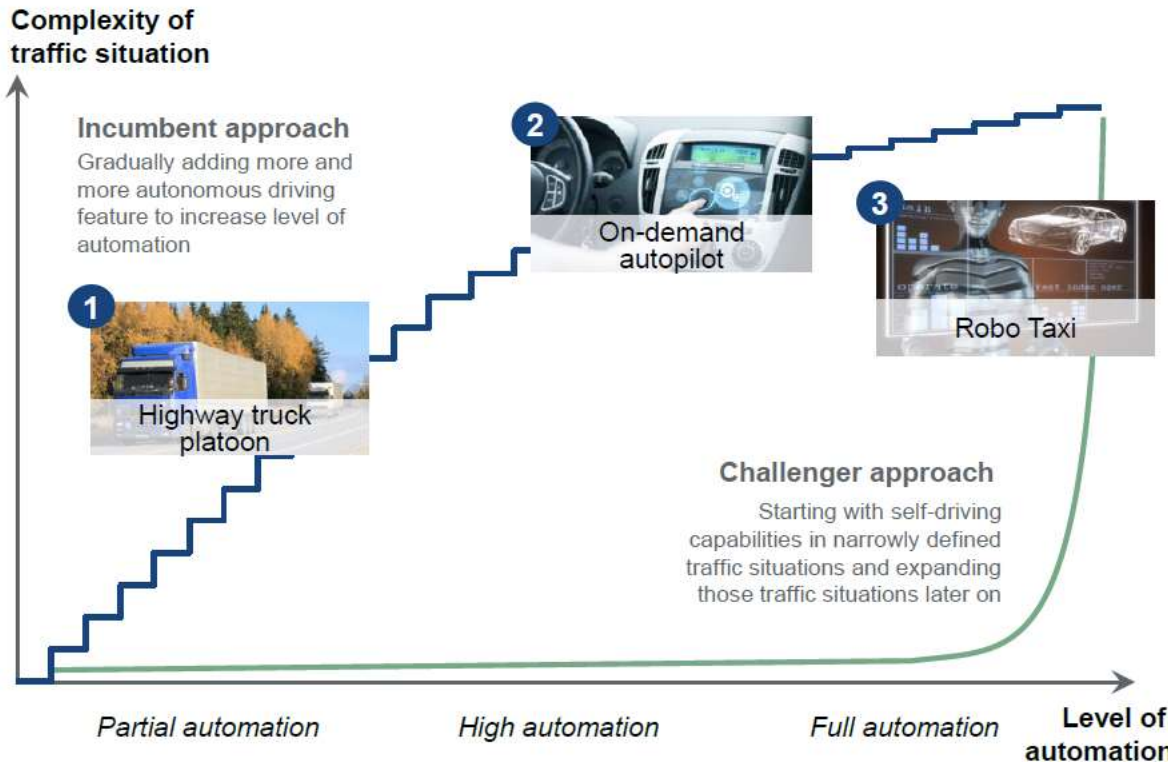


Alex Mitchell, Director, Head of Automotive Industry, World Economic Forum World Economic Forumの取り組み

■ SDVsの実現に向けた2つの開発アプローチ

- Incumbent approach
 - ✓ OEMにより好まれる方法
- Challenge approach
 - ✓ 技術開発業者に好まれる方式

Comment



Incumbent approach

- Currently favored by incumbent OEMs
- Beliefs: Full automation takes time to materialize (societal attitude, technology maturity)
- Vehicle-to-vehicle comm. crucial building block
- Traditional introduction path: mass market launch starting with premium segment
- Focus on safety

Challenger approach

- Currently favored by tech players
- Beliefs: introduce tech early, improve on the go
- V2V communication optional
- Introduction possibly via fleet operators (e.g., closed campuses, cities, taxis)
- In addition to safety, focus on boosting convenience



Alex Mitchell, Director, Head of Automotive Industry, World Economic Forum World Economic Forumの取り組み

- WGメンバーがマルチステークホルダーの協力を必要とする4つの重大な課題を選定し分析

政策立案者の協力
Policy maker support



Support from policy makers, who are influenced by the general public and affected players, is crucial for SDV introduction.

How can we ensure policy makers' support?

責任のシフト
Liability shift



Liability obligations will likely shift if both human drivers and autopilots drive. The role of insurers may change

How can we manage the liability shift for all affected stakeholders?

安全の確認
Making a safety case



Existing (safety) standards and testing procedures do not account for SDV and their complex algorithms

How can we develop new safety standards? How can we demonstrate safety?

サイバーセキュリティ
Cyber-security



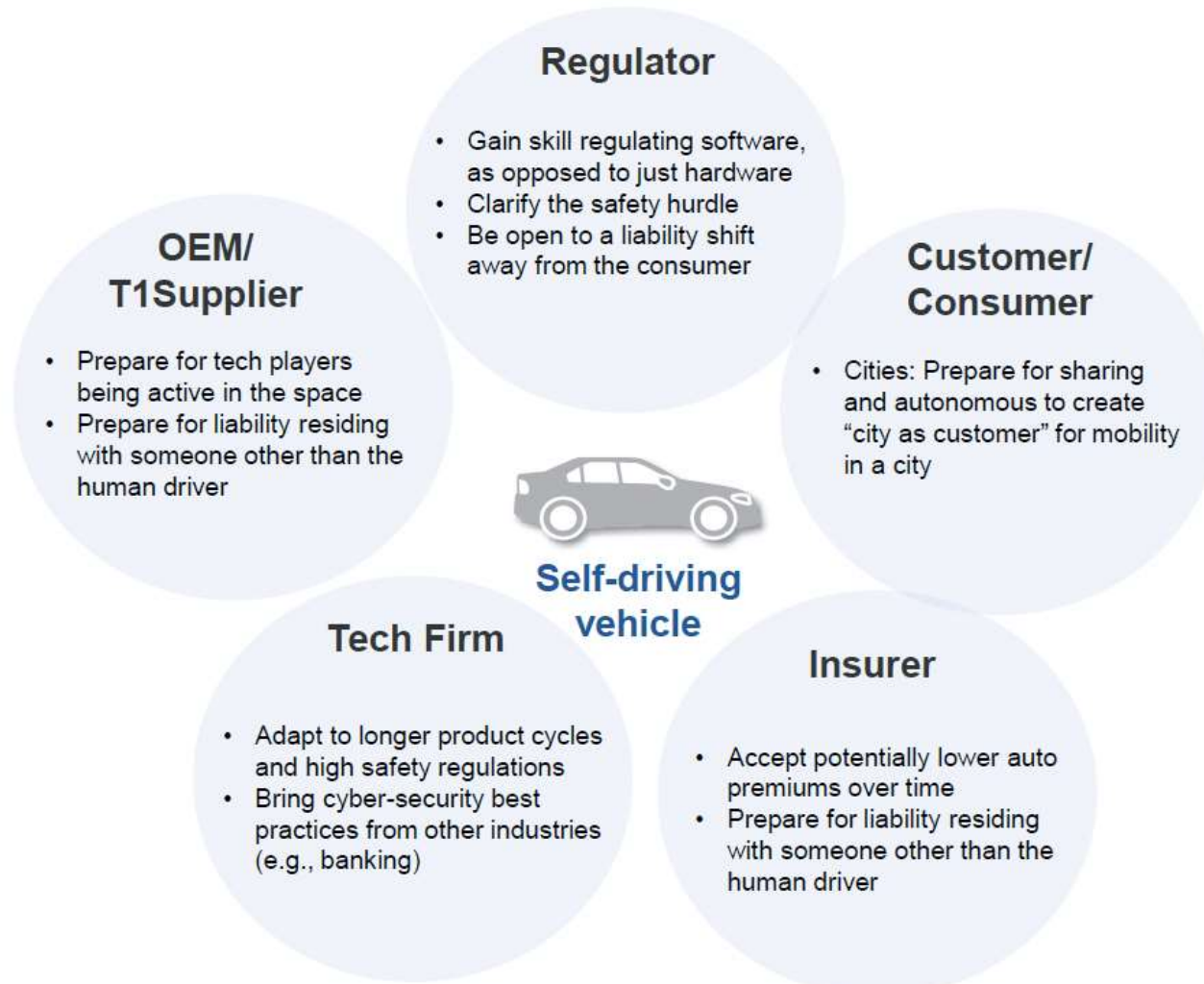
SDV are highly connected systems that are prone to malicious hacking, potentially harm humans

How do we limit cybersecurity risks to an acceptable level?



Alex Mitchell, Director, Head of Automotive Industry, World Economic Forum World Economic Forumの取り組み

- シナリオに関わらず多くの関係者が新しい役割に習熟する必要がある





Alex Mitchell, Director, Head of Automotive Industry, World Economic Forum World Economic Forumの取り組み

- 2015年の活動: 都市への適用に焦点
 - 都市や産業は、都市に限定した現実の社会の試験によりSDVsが都市空間でどのような意味を持つのか評価できる
 - 目的
 - ✓ 都市が市民に新しいモビリティオプションを利用できるようにするための青写真を提供
 - 共有、オンデマンド、無人輸送に焦点を当てた検討を含む





Alex Mitchell, Director, Head of Automotive Industry, World Economic Forum World Economic Forumの取り組み

■ 2015年のプロジェクト活動: 3つの主要作業



Consumers: Conduct survey of 5-10k consumers globally to test new mobility scenarios

Cities: Interviews w/ policy makers in cities; Understand key challenges



Develop and calculate 2-3 operating and business models
— Model economics for consumers, mobility players and cities



Involve 2-3 core cities early on to devise road-map for most 2-3 promising scenarios



Kristin Kolodge, Executive Director, Driver Interaction, J.D. Power

■ 自動運転車両と社会受容性

- 事故防止技術への関心が高まっている
- 若い世代(Generation Y)が購買意欲が高い
- 自動運転実現にはまだ課題が山積

2015 Automated Vehicles Symposium

Who wants a Collision Protection Avoidance Technology on their next vehicle?

Interest by Age



Source: J.D. Power 2015 U.S. Tech Choice Study



Kristin Kolodge, Executive Director, Driver Interaction, J.D. Power

■ 自動運転車両と社会受容性

- 品質に対する新たな定義
- 消費者の品質ピラミッドが進化
 - ✓ 信頼の問題が出現

消費者の品質ピラミッド→



←消費者の品質ピラミッドの進化

←信頼



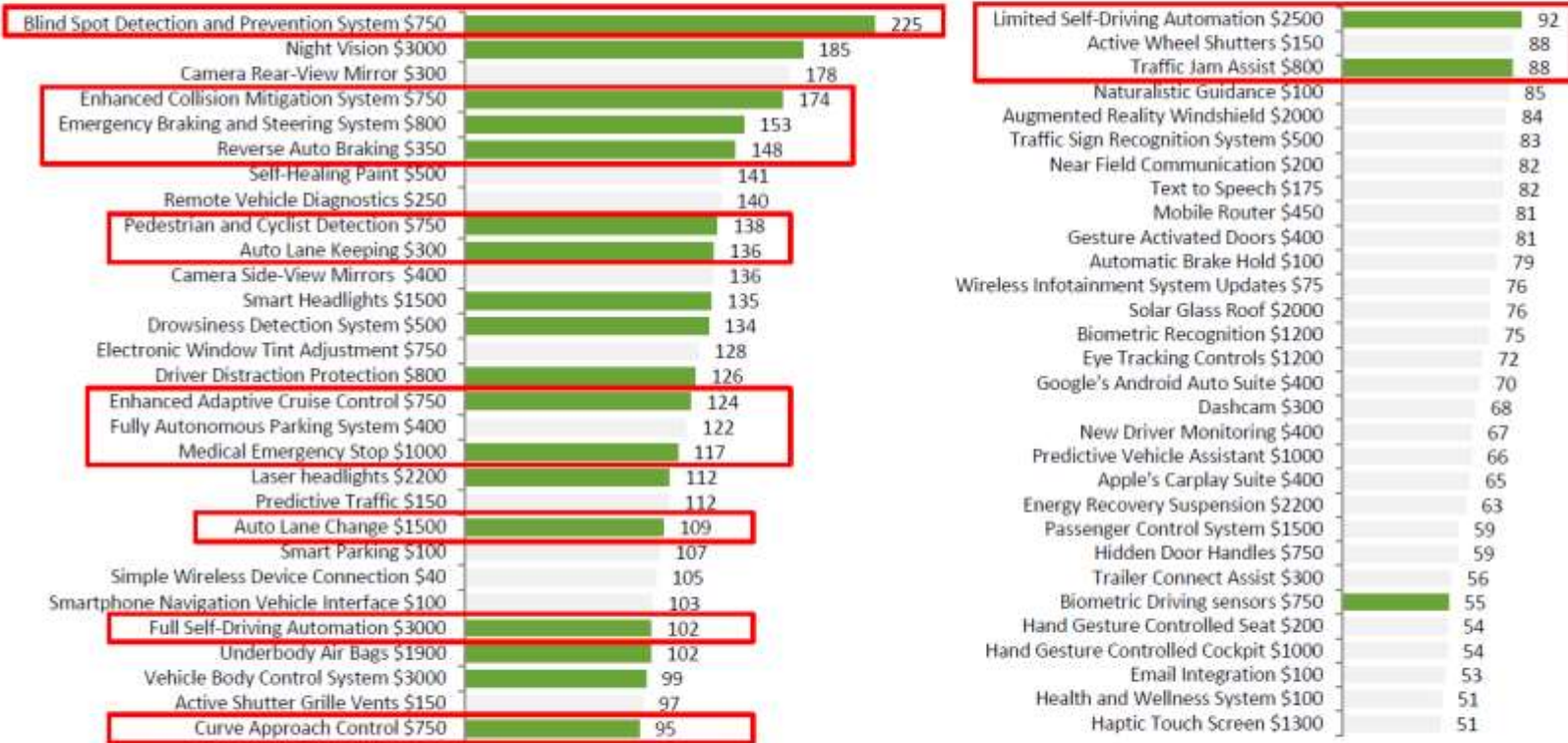
Kristin Kolodge, Executive Director, Driver Interaction, J.D. Power

■ 衝突防止装備の購買意欲

2015 Automated Vehicles Symposium

Collision Protection Preference (MaxDiff Score)

Auto braking & steering common theme



Source: J.D. Power 2015 U.S. Tech Choice Study



Automated Vehicles and Human Factors

■ Human Factors Evaluation of Level 2 and Level 3 Automated Driving

Concepts 報告

- Dr. Myra Blanco, Director, Center for Automated Vehicle Systems – Virginia Tech Transportation

■ From “Human Factors” to “User Experience” for level 3 car automation: the “2-in-1” Mobius concept for intuitive driving 報告

- Patrice Reilhac, Innovation & Collaborative Research Director, Comfort & Driving Assistance Business Group, Valeo

■ Automated Trucking Applications 報告

- Josh Switkes, Founder and CEO, Peloton Technology Inc

■ Digital Infrastructure 報告

- Ogi Redzic, Senior Vice President, Connected Driving, HERE

Panel Session: Automated Vehicle Verification

Moderator:

John Maddox, Assistant Director, Mobility Transformation Center

Panelists:

- ✓ Stephanie Dougherty, Chief of Enterprise Planning and Performance, California Department of Motor Vehicles;
- ✓ Steffen Linkenbach, Director, Systems & Technology, Continental Automotive Systems Inc.
- ✓ Felix Fahrenkrog, Institut für Kraftfahrzeuge RWTH Aachen University AdaptIVe – Evaluation

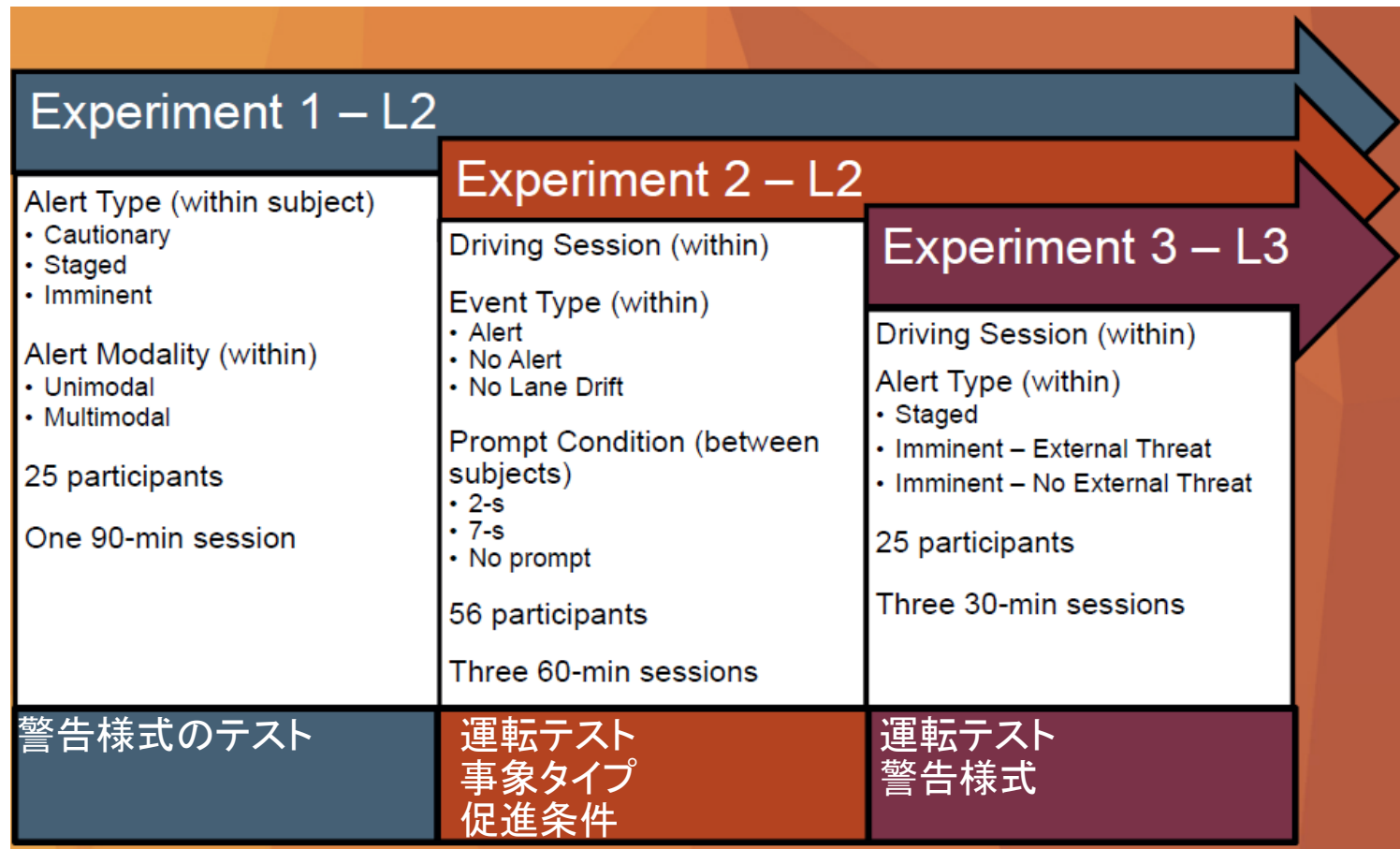


Dr. Myra Blanco, Director, Center for Automated Vehicle Systems – Virginia Tech Transportation

Human Factors Evaluation of Level 2 and Level 3 Automated Driving Concepts

■ VTTIの実施する研究結果を報告

➤ 実験概要: 3つのテスト





Dr. Myra Blanco, Director, Center for Automated Vehicle Systems – Virginia Tech Transportation

Human Factors Evaluation of Level 2 and Level 3 Automated Driving Concepts

■ 成果

- 引継ぎ要求
 - ✓ 最も効果的なハンドオフ方式は、非ビジュアルコンポーネントを組み込んだもの
- 自動運転のセオリー
 - ✓ 主要タスクの逆転
 - ✓ アラートうるささ慣れ

実験3テスト結果
操作を開始するまでの時間
(段階的警告)





Patrice Reilhac,, Valeo

From “Human Factors” to “User Experience” for level 3 car automation: the “2-in-1” Mobius concept for intuitive driving

■ Valeo社による自動運転対応技術「Mobius concept」の紹介



←Mobiusの狙いの領域



安全と利用者の利便の両立



Mobiusにより受け渡し時間の短縮



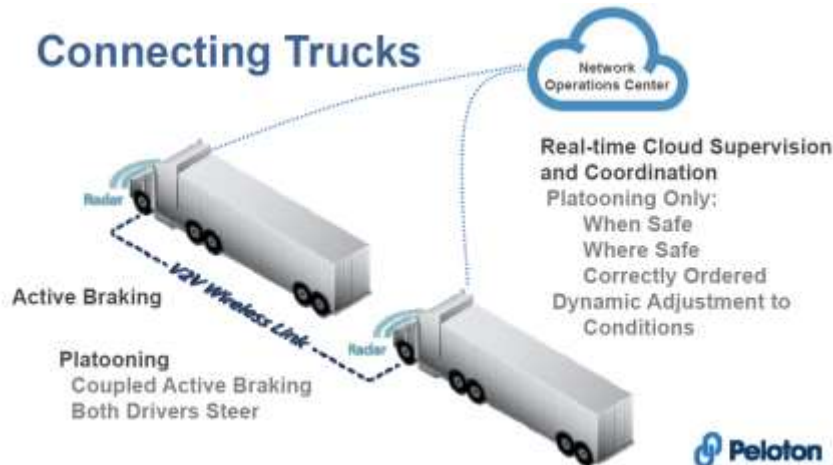
Josh Switkes, Founder and CEO, Peloton Technology Inc Connected Truck Automation

- Peloton社のトラックオートメーションプロジェクトの概要
- なぜトラックの自動運転が最初か?
 - 経済成長
 - 訓練、技術、経験のあるドライバー
 - 高度に組織化した艦隊
 - 州間高速道路は、貨物経路大半をカバー
 - よりオープンなアーキテクチャ
 - FHWAを含めたプロジェクトを実施

Activities



Connecting Trucks



Network Operations Center

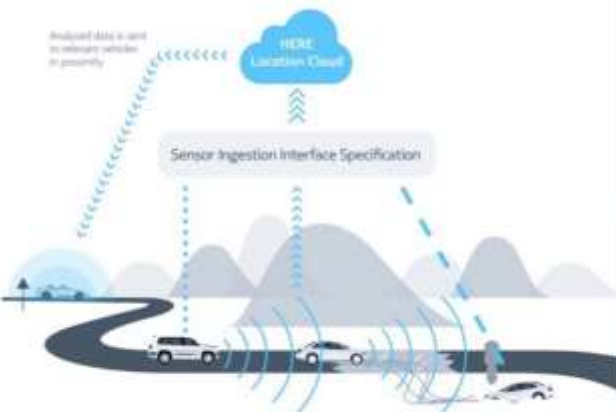




Ogi Redzic Senior Vice President HERE Automotive

HERE's role in the development of the Digital Transportation Infrastructure

- **HERE社のデジタル交通インフラへの取り組み**
 - HD Live Map:クラウドをベースとしたマッピング
- **センサー取り込みインターフェイスの仕様**
 - クラウドを活用したオープンインターフェイス仕様を提案
- **フィンランドでの先行プロジェクト**
 - C2C交通マネジメントからC-ITSを統合
 - 政府、企業、研究機関と共同



HERE Automotive

Sensor Ingestion Interface Specification

We have announced an open interface specification to allow vehicles to submit rich sensor data back to the cloud.

The goal is to drive this specification to simplify the housekeeping between sensor data suppliers, the cloud and sensor data consumers (vehicles).

HERE Automotive

Finnish Transportation Agency Pilot

First end-to-end integration of C-ITS directive from car to car to traffic management center

Collaboration between government agencies, industry, and research institutions

Hazard warning pilot integrating agency, vehicle, and user data to alert drivers





Felix Fahrenkrog, Institut für Kraftfahrzeuge RWTH Aachen University

AdaptIVe – Evaluation

■ AdaptIVeプロジェクト内評価プログラムの現状を報告

■ 評価手法の技術的な評価

- AdaptIVeによる評価法

■ Safety Impact Assessment

➤ 研究課題

- ✓ 自動運転機能による安全効果の測定

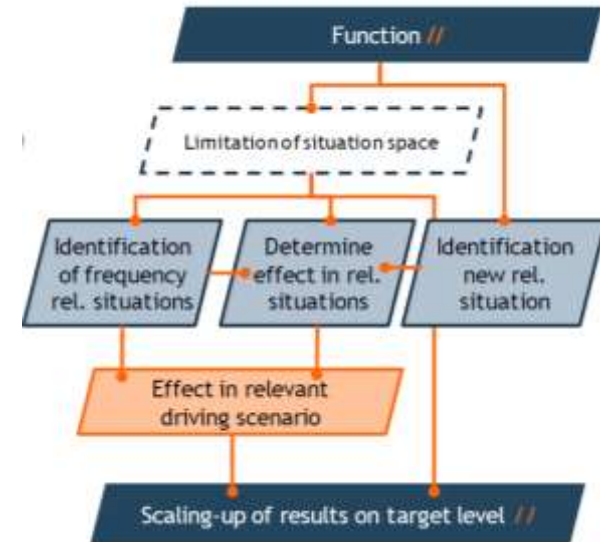
➤ ADASに対する取り組み方式

- ✓ 適用分野
- ✓ 事故の再構築
- ✓ 市場テスト

➤ 自動運転に対するImpact assessmentの妥当性

■ AdaptIVeによるSafety impact assessmentの取り組み

- 関係する状況の明確化
- 関係する状況の詳細調査
- 新事象の明確化





Felix Fahrenkrog, Institut für Kraftfahrzeuge RWTH Aachen University

AdaptIVe – Evaluation

- AdaptIVeプロジェクト内評価プログラムの現状を報告
- 評価手法の技術的な評価
 - AdaptIVeによる評価法

//

1. Defining evaluation scope
 - Definition of research questions, hypotheses & indicators
2. Planning of assessment
 - Analyse system description and adaption of hypotheses
 - Planning of test cases
 - (Risk assessment)
3. Tests in controlled field
 - Number of test variations
 - Logging of test data
4. Assessment of tests
 - Analysis of hypotheses based on test data & indicators



//

1. Defining evaluation scope
 - Definition of research questions, hypotheses & indicators
2. Planning of assessment
 - Analyse system description and adaption of hypotheses
 - Planning of test cases and test route
 - Definition evaluation criteria (distributions & boundaries)
 - Risk assessment
3. Pre-/component tests in controlled field
 - Basic tests of functionality
 - Sensor tests
4. Tests in real traffic
 - Test route and test amount to be determined
5. Assessment of tests
 - Analysis of hypotheses based on test data & indicators





Stephanie Dougherty, Chief, Enterprise Planning & Performance, California Department of Motor Vehicles Autonomous Vehicles in California

■ California Legislation – Senate Bill 1298の現状を報告

■ California州の自動運転車両の定義

- 人間のオペレータによってアクティブな物理制御や監視無に車両を運転する能力を有する自律的な技術を搭載した車両
- 電子ブラインドパークアシスト、ブラインドスポットアシスタンス、自動緊急ブレーキシステム、駐車支援装置、アダプティブクルーズコントロール、レーンキープアシスト、車線逸脱警告、交通渋滞やアシストキューイングなどの1つまたは複数の衝突回避システムを搭載した車両は含まない

■ 公道走行の認可を得た会社

Approved Testing Permits



TESLA MOTORS

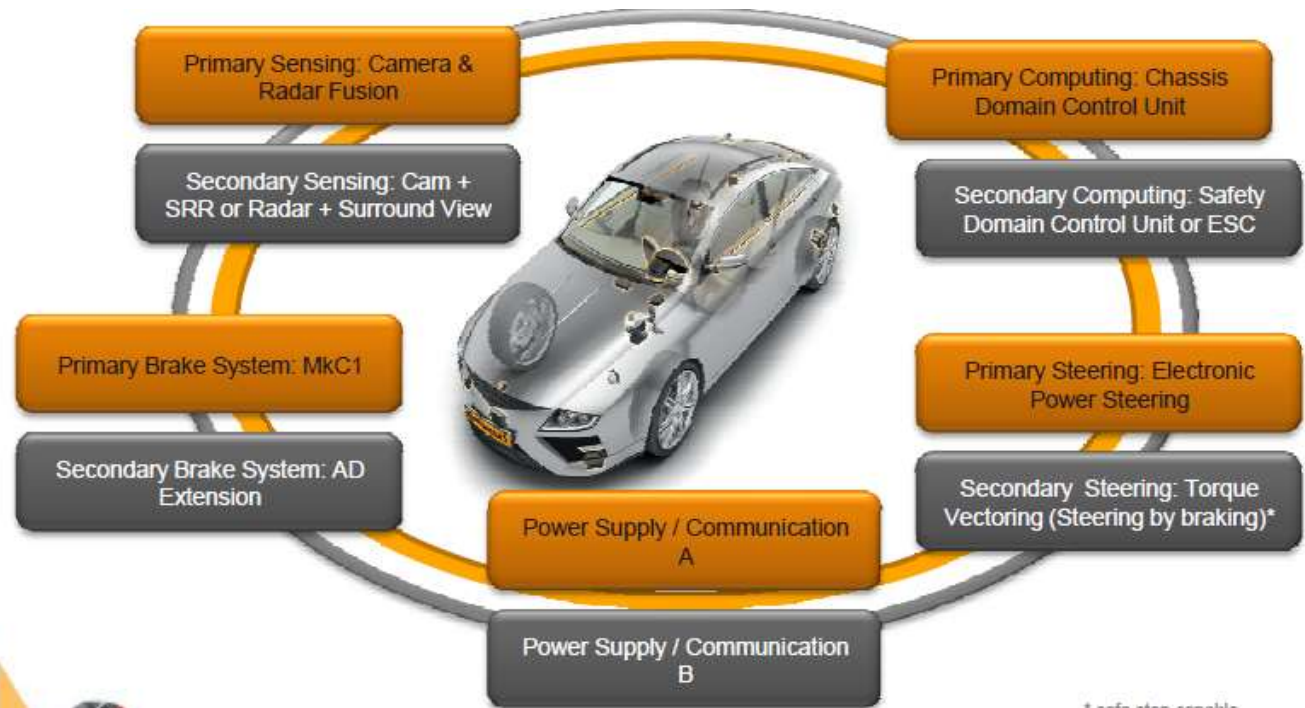




Ibro Muharemovic, Head of Advanced Engineering NAFTA, Continental Automated Driving

■ コンチネンタル社の自動運転への取り組みを報告

- 安全は先進技術の基盤
- 冗長性と代替え機能を持つ新しいアーキテクチャ



* safe stop capable





Breakout Sessions

1. **Beyond Single Occupancy Vehicles: Automating Transit and Shared Mobility**
2. **Cybersecurity For Automated Vehicles**
3. **Early Deployment Opportunities For Connected Automation Systems**
4. **Enabling Technologies**
5. **Human Factors In the Design of Road Vehicle Automation**
6. **Impact of Connected and Automated Vehicles on**
 - (1) **Traffic Management Systems and**
 - (2) **Operational Strategies**
7. **Implications of Automated Vehicles For Planning**
8. **Integrated Traffic Flow Models and Analysis For Automated Vehicles**
9. **Legal Aspects of Automated Vehicles, Including Liability, Insurance and Ethics**
10. **Traffic Signal Control With Connected and Automated Vehicles**
11. **Vulnerable Road Users: How Can Automated vehicle Systems Help to Keep Them Safe and Mobile?**



■ Symposium Welcome

- Mark Norman, Director of Development & Strategic Initiatives, Transportation Research Board

Public Agency Automated Vehicle Initiatives

■ Japan

- Hajime Amano, President, ITS Japan

■ European Commission 報告

- Ludger Rogge, Research Programme Officer, DG Research & Innovation, European Commission

■ U.S. Department of Transportation 報告

- Kevin Dopart, Program Manager, Connected Vehicle Safety and Automation, Intelligent Transportation Systems Joint Program Office

■ National Highway Traffic Safety Administration

- Nathaniel Beuse, Associate Administrator, Vehicle Safety Research, National Highway Traffic Safety Administration

■ U.S. Department of Energy 報告

- Reuben Sarkar, Deputy Assistance Secretary for Transportation, U.S. Department of Energy



Ludger Rogge, Research Programme Officer, DG Research & Innovation, European Commission
Horizon 2020 – Call “Automated Road Transport”

■ EUの自動運転への取り組み

➤ Horizon 2020の2016年プロジェクト

✓ 'Mobility for Growth' (MG)

1. Aviation
2. Waterborne
3. Safety
4. Urban
5. Logistics
6. ITS
7. Infrastructure
8. Socio-economics

✓ 'Automated Road Transport' (ART)

✓ 'European Green Vehicles Initiative' (EGVIA)



- All Horizon 2020 projects can include international partners
 - Applicants from non-EU countries are eligible to take part in Horizon 2020 programmes, even as coordinator
- Targeted Opening
 - In some topics, identified in the calls, proposals are encouraged to include international partners
- Twinning
 - In some topics, proposals should foresee twinning with entities participating in projects funded by US DOT



Kevin Dopart, ITS Joint Program Office, OST-R U.S. Department of Transportation
U.S. DOT Automation Program

■ USDOT自動運転への取り組み(新規情報のみ)

➤ Beyond Traffic 2045

✓ 自動化の社会への可能性を議論



Trends: How We Move ...

Population Increase

2015: 320 million people
2045: 390 million people

In 30 years our population is expected to grow by about

70 million

... that's more than the current populations of



Older Americans — Redefining Longevity

By 2045, the number of Americans over age 65 will increase by

77%



About **one-third** of people over 65 have a disability that limits mobility. Their access to critical services will be more important than ever.

Millennials — Shaped by Technology

There are **73 million Millennials** aged 18 to 34. They are the first to have access to the internet during their formative years and will be an important engine of our future economy.

Millennials are driving less: By the end of the 2000s, they drove over **20% fewer miles** than at the start of the decade.



Income Inequality

10% of the population takes home **one-third** of our national income.

Transportation is the **second-largest** expense for U.S. households.



Megaregions and Shifts in Population Centers

11 megaregions are linked by transportation, economics, and other factors.

They represent over **75%** of our population and employment.

In 2014, **365,000** people moved to the South—up **25%** from 2013—and moves to the West doubled.



Bumper-to-Bumper

On average, we spend

over 40 hours

stuck in traffic each year

The annual financial cost of congestion is

\$121 billion





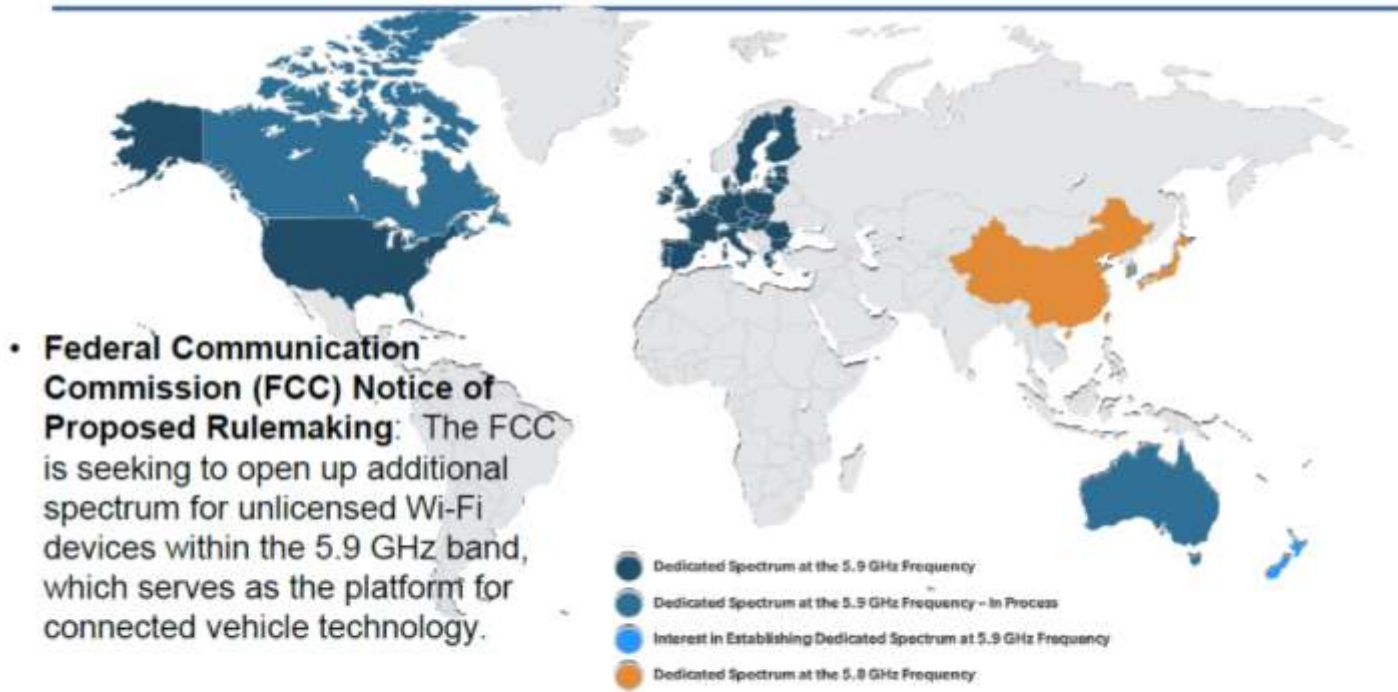
Kevin Dopart, ITS Joint Program Office, OST-R U.S. Department of Transportation
U.S. DOT Automation Program

■ USDOT自動運転への取り組み(新規情報のみ)

➤ Spectrum Sharing

- ✓ DOTは年内に安全に活用できることを確認する

5.9 GHz Spectrum Sharing



• **5.9 GHz Spectrum:** The connected vehicle environment that is being researched is based on reliable access to the 5.9 GHz wireless spectrum.

• **Spectrum Sharing:** Any changes to the 5.9 GHz spectrum may jeopardize crash avoidance capabilities.



Reuben Sarkar, Deputy Assistant Secretary –Transportation Energy Efficiency and Renewable Energy U.S. Department of Energy

Transportation as a System Getting SMARTer on Energy & Mobility

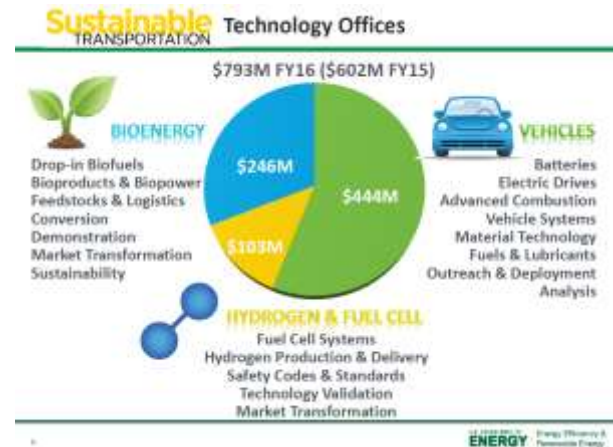
■ USDOEの自動運転への取り組み

➤ Sustainable Transportation Technology Officeの予算

- ✓ 自動車に\$440Mを投入
- ✓ Connected &
- ✓ Automated Vehicles(CAVs)による効果
- ✓ エネルギーに対するインパクトの定量化
- ✓ CAVによる機会の明確化
- ✓ CAVに対する政策、研究の明確化

➤ 将来プロジェクト

- ✓ SMART

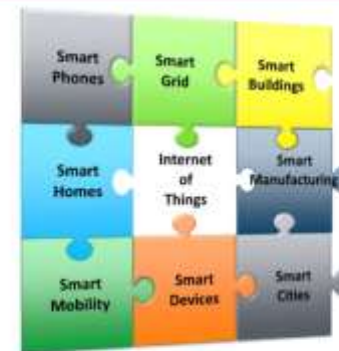


Coming Soon...



... DOE SMART Mobility Consortia

System of Systems



We are thinking about the Federal Role in the Internet of Things ...





■ Panel Session: State and City Level Issues

➤ Moderator:

- ✓ Jane Lappin, Chair, TRB Intelligent Transportation Systems Committee and Volpe National Transportation Systems Center

➤ Panelists:

- ✓ Dr. Johanna Zmud, Senior Research Scientist, Texas A&M Transportation Institute;  報告
- ✓ Paul Steinman, District Secretary, Florida Department of Transportation;  報告
- ✓ Leon Daniels, Managing Director, Surface Transport, Transport for London
 - ロンドンでの交通への取り組みと自動運転プロジェクトへの参画を講演



Dr. Johanna Zmud, Senior Research Scientist, Texas A&M Transportation Institute
Paths of AV and CV Deployment

■ 州政府としてのAVへの見解

- OEMや民間企業による主導
- 破壊的な変革: なにが期待されているのか?
- 不確実なこと: 混合交通
- 課題
- 工事箇所、雪/氷、表示と車線、交通標識



■ 州政府としてのCVへの見解

- OEMと民間企業がV2Vを採用
- V2Iについては不確定: \$
 - ✓ 設置
 - ✓ 維持
 - ✓ データベースとマッピング
- CVアプリケーションによるデータ
 - ✓ 期待される
 - ✓ 所有権の課題



AV :Automated Vehicle

CV :Connected Vehicle



Paul Steinman, District Secretary, Florida Department of Transportation
Creating the Framework for Implementation

■ フロリダ州としての取り組み

- CVテストベッド
- 自動運転サミット
- 大学での研究

Pilot Projects

- Focused on reducing the frequency and severity of crashes
80% of all avoidable collisions could be prevented using CV technologies
- Commercial vehicle applications
Improved intermodal connectivity
Reduced bottlenecks at ports
Increased safety at intersections
- Connected-Automated (level 4) trucks for drayage operations
Severe shortage of drivers
Repetitive low speed routes near ports



Partnership Opportunities

- Connected Vehicle Test Bed
 - USDOT Connected Vehicle Pilot Deployment Projects
-
- Development of Testing Facilities

FDOT is investing in AV/CV to rapidly deploy emerging solutions



Connected Vehicle Test Bed in Orlando



AV :Automated Vehicle
CV :Connected Vehicle



- Breakout Session Presentations
- Closing Comments
- USDOT Listening Session



McCity





Mcity is the world's first full-scale simulated urban environment designed expressly for testing the performance and safety of connected, automated, and autonomous vehicles under controlled and realistic road conditions. It is a 32-acre outdoor laboratory for advanced mobility systems that includes:

- Urban and suburban streets, including various lane configurations and sidewalks, pedestrian crossings, bike lanes, ADA ramps, street lights, parallel and diagonal parking, and a bus turnoff/stop.
- Instrumentation throughout, including a control network to collect data about traffic activity using wireless, fiber optics, Ethernet, and a highly accurate real-time kinematic positioning system.

Other features include:

Straight gravel roadway with a railroad crossing.

Traffic circle, a smaller version of a roundabout that is common in Europe and some older cities in the U.S.

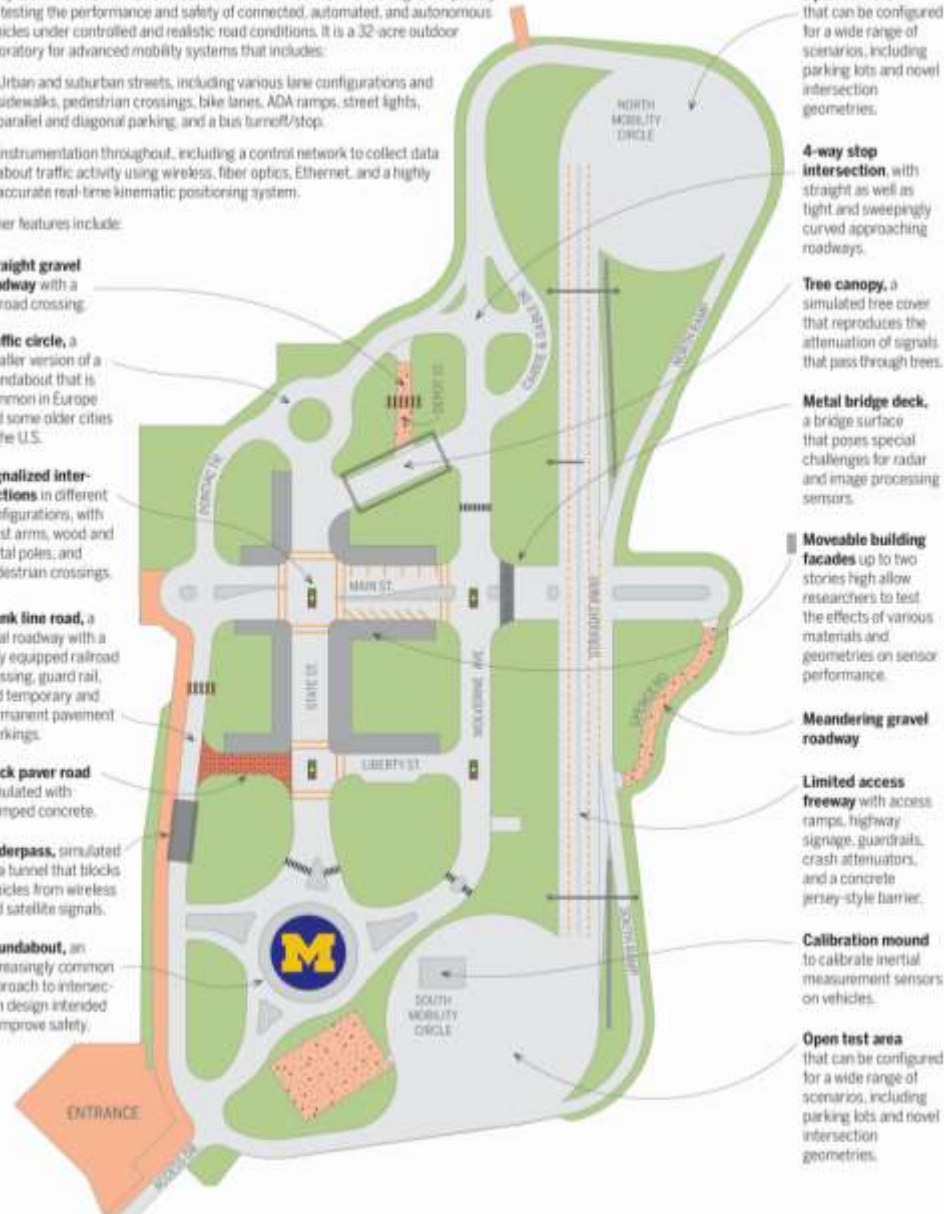
Signalized intersections in different configurations, with mast arms, wood and metal poles, and pedestrian crossings.

Trunk line road, a rural roadway with a fully equipped railroad crossing, guard rail, and temporary and permanent pavement markings.

Brick paver road simulated with stamped concrete.

Underpass, simulated by a tunnel that blocks vehicles from wireless and satellite signals.

Roundabout, an increasingly common approach to intersection design intended to improve safety.



Open test area that can be configured for a wide range of scenarios, including parking lots and novel intersection geometries.

4-way stop intersection, with straight as well as light and sweepingly curved approaching roadways.

Tree canopy, a simulated tree cover that reproduces the attenuation of signals that pass through trees.

Metal bridge deck, a bridge surface that poses special challenges for radar and image processing sensors.

Moveable building facades up to two stories high allow researchers to test the effects of various materials and geometries on sensor performance.

Meandering gravel roadway

Limited access freeway with access ramps, highway signage, guardrails, crash attenuators, and a concrete jersey-style barrier.

Calibration mound to calibrate inertial measurement sensors on vehicles.

Open test area that can be configured for a wide range of scenarios, including parking lots and novel intersection geometries.



■ デモ状況





■ 町並みは映画セット相当の作り





■ 町並みは映画セット相当の作り





END