

自動運転の動向

2015.2.27

教授 須田義大

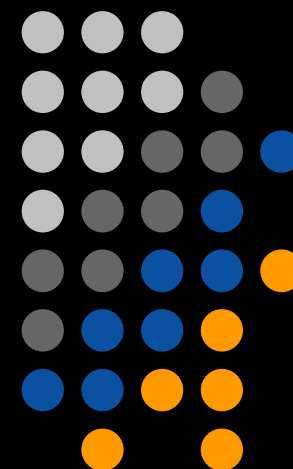
東京大学生産技術研究所

千葉実験所長

次世代モビリティ研究センター(ITSセンター)長

大学院・工学系・機械工学専攻

大学院・情報学環・先端表現情報学コース



大型トラックの自動運転・隊列走行 NEDOプロジェクト 2008-2013



車間距離 4m 4台 自動走行(80km/h)
テストコースでの実験(隊列 および CACC)
未開業高速道路での実証実験
専用道での長期耐久試験(一部機能のみ)

NEDO (経済産業省) エネルギーITSプロジェクト
自動運転・隊列走行の開発 (JARI・東大ほか)

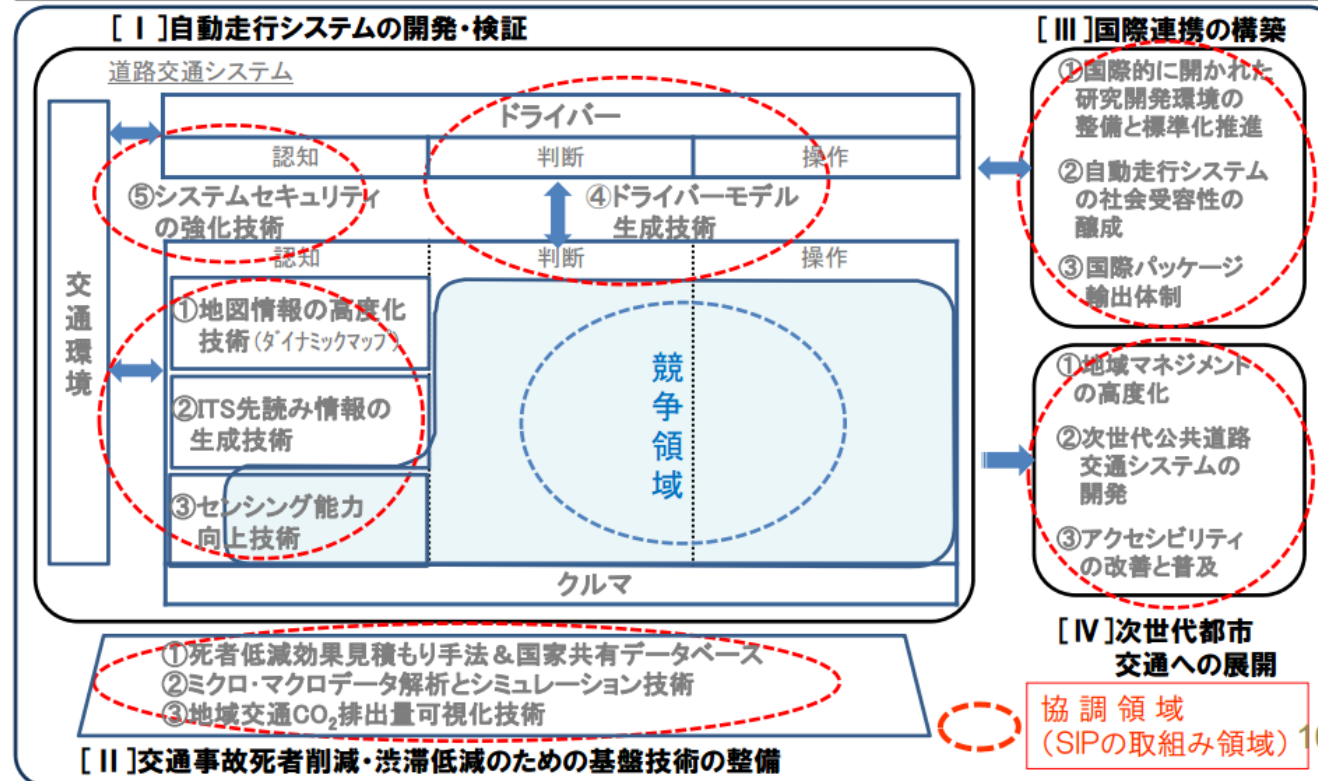
SIP 内閣府 戦略的イノベーション 創造プログラム



● 自動走行システム

● PD 渡邊浩之 ITSジャパン会長 トヨタ顧問

- 自動走行システムの実用化に向け、国として協調して取り組むべき領域を決定
- 基盤技術、システム開発、国際連携、イノベーションの現場（都市）を網羅的にカバー



3. 東京オリンピック・パラリンピック次世代公共交通システム(ART)

- ＜目的＞
- ①東京および日本の次世代の発展に貢献
 - ②ITS・自動走行技術とICTを活用し、以下を実現
 - (1)世界標準のアクセシビリティ（交通制約者対策）
 - (2)統合的速達性

新幹線レベルのスムーズな加減速、乗客転倒防止
・自動走行制御

待ち時間最小でシームレスな乗継ぎ
・統合的、有機的な運行システム

速達性、定時運行性の向上
・PTPS（公共交通優先システム）の高度化
・自動走行制御

乗降時間短縮、乗降安全性向上
・自動走行（正着）制御

事故低減、運転負荷軽減
・自動走行技術
・高度運転支援

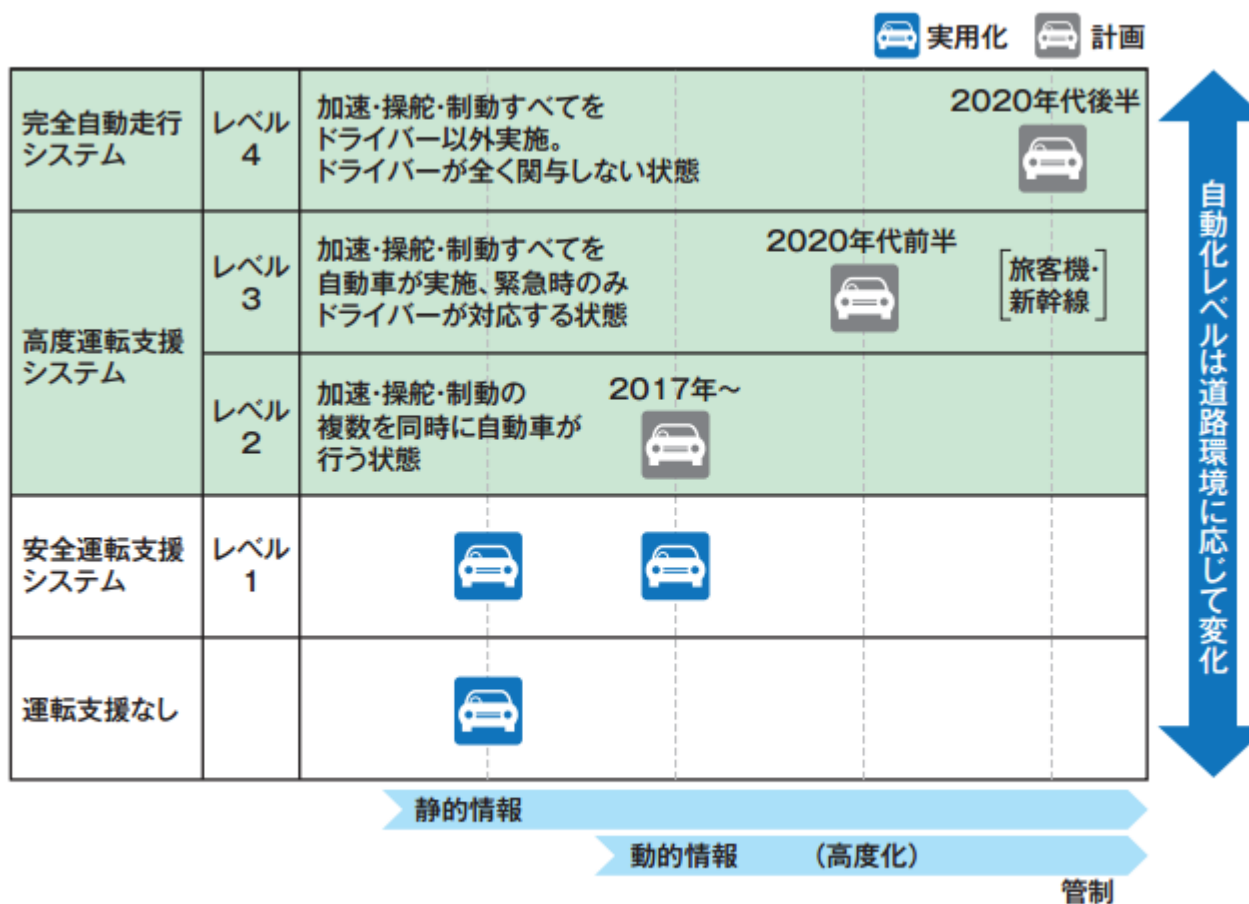
乗降時間短縮、乗客の転倒事故防止
・車椅子固縛装置
・非接触自動課金

交通流整流、渋滞・CO2低減
・C-ACC

15



ロードマップ



●自動走行システムの実現期待時期

SIPにおける自動化レベルと技術目標



図表 1 自動化レベル及びそれを実現する自動走行システム・運転支援システムの定義

自動化レベル	概要	左記を実現するシステム	
レベル1	加速・操舵・制動のいずれかを自動車が 行う状態	安全運転支援システム	
レベル2	加速・操舵・制動のうち複数の操作を 同時に自動車が行う状態	準自動走行システム	自動走行 システム
レベル3	加速・操舵・制動を全て自動車が 行い、緊急時のみドライバーが対応する状態		
レベル4	加速・操舵・制動を全てドライバー以外が 行い、ドライバーが全く関与しない状態	完全自動走行システム ^{*5)}	

須田教授が考える 「自動運転の5段階」

	自動化の 段階	状況	運転 操作	走行環境 の監視	異常時 対応
手動 ↑ 自動	手動	ドライバーによる			
	運転支援	自動ブレーキなど	 		
	部分的 自動化	ハンドル、アクセルなどの運転操作の自動化		 	
	限定的 自動化	一定の条件下で環境認識も自動化			
	高度な 自動化	通常の走行環境なら自動化			 ※
自動	完全自動化 (無人走行)	異常時も含めて自動化			



ドライバー



システム

※はドライバー責任

読売新聞(2014.6.17)に
掲載された資料より作成



自動運転の目的

- 安全性の向上
- ドライバーの負荷を低減して快適性を向上
- 省エネ運転が容易となり燃費向上
- 交通容量の増加が実現すれば渋滞緩和
- 環境低負荷
- 高齢者をはじめとする交通弱者にとっても運転の自動化
- 交通体系進化による社会の生産性向上に貢献
- モビリティ社会を大きく変革

自動運転のコンセプト整理の一案



自動化の段階	状況	運転操作	走行環境の監視	システムによるドライバーモニタリング	異常時対応	想定される対象
手動	ドライバーによる	ドライバー	ドライバー		ドライバー	
運転支援		ドライバーとシステム	ドライバー		ドライバー	高速道路・低速走行など限定的
部分的自動化	ハンドルアクセルなどの運転操作の自動化	システム	ドライバーとシステム		ドライバー	高速道路・特区など限定的なエリア
限定的自動化	一定の条件下で環境認識も自動化	システム	システム	必要	ドライバー	一般道も含む広範囲な公道
高度な自動化	通常の走行環境なら自動化	システム	システム	必要	システム（ドライバー責任）	全ての道路環境
完全自動化（無人走行）	異常時も含めて自動化	システム	システム	不要	システム	全ての道路環境 駐車場・専用道路

現状の自動運転



- ウィーン条約・ジュネーブ条約
 - あらゆる走行中の車両には運転者がいなければならない
- 自動車はドライバ主権・ドライバ責任で走らすのが現在の制度での基本

ウィーン条約の改正案



● 第8条; 運転者

- 第1項: あらゆる走行中の車両か連結車両には、運転者がいなければならない
- 第5項: あらゆる運転者は、常に、車両を制御するか、又は動物を誘導しなければならない。
 - (a) 車両の運転方法に影響する車両システムは、その構造、部品に関する国際法に準拠している場合は、本項及び第13条第1項に適合しているものとみなす。
 - (b) 車両の運転方法に影響する車両システムであって、構造、装置及び使用の条件が、前述の国際法に準拠していないものは、そのシステムに対し、運転者が操作介入又はスイッチオフできる場合は、本項及び第13条第1項に適合しているものとみなす。

● 第13条 車両の間の速度と距離

- 第1項: 車両のあらゆる運転者は、いかなる状況においても、当然かつ適切な注意をして、運転者に必要であるすべての操作を実行する立場にいつもいることができるよう車両を制御化におかななければならない。
(後略)

レベル3までの自動運転システムを容認へ

Google力一



Autonomous Driving

Google's modified Toyota Prius uses an array of sensors to navigate public roads without a human driver. Other components, not shown, include a GPS receiver and an inertial motion sensor.

LIDAR

A rotating sensor on the roof scans more than 200 feet in all directions to generate a precise three-dimensional map of the car's surroundings.

POSITION ESTIMATOR

A sensor mounted on the left rear wheel measures small movements made by the car and helps to accurately locate its position on the map.

VIDEO CAMERA

A camera mounted near the rear-view mirror detects traffic lights and helps the car's onboard computers recognize moving obstacles like pedestrians and bicyclists.



RADAR

Four standard automotive radar sensors, three in front and one in the rear, help determine the positions of distant objects.



Source: Google

THE NEW YORK TIMES, PHOTOGRAPHS BY RAMIN RAHIMIAN FOR THE NEW YORK TIMES



アメリカ Urban Challenge の概要

■「Urban Challenge」とは無人自動車による市街地走行レース
2007年実施

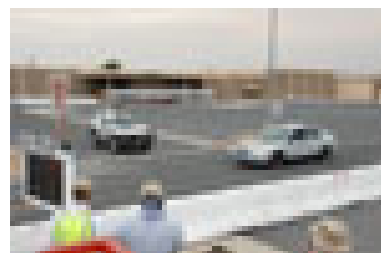
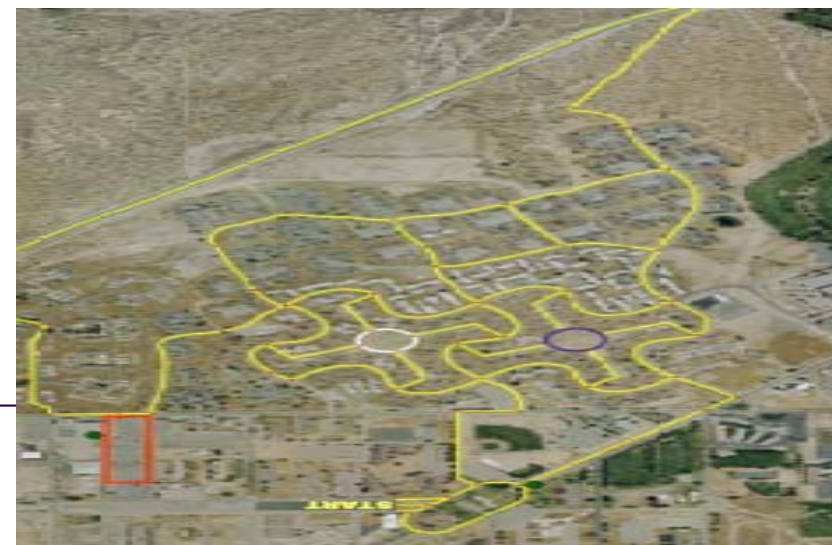
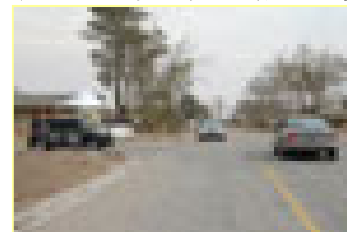


目的:2015年までに地上戦闘用車両の1/3を無人化するための技術開発の一環として、DARPAが無人自動車レース及び技術開発支援を実施

参加チーム:89チーム

コース:1周約4マイルのコースを
約60マイル無人走行

- ・交差点(信号なし)
- ・交通標識(停止線、一時停止)
- ・駐車車両
- ・白線あり/なし道路



DMV

State of California

Department of Motor Vehicles



- California Legislation SenateBill 1298
 - 2015.Jan.1 までに制度制定
 - メーカーによる公道走行実験
 - 公道における自動走行車のオペレーション
 - 保険 \$5M
 - メーカーのドライバーが操縦
 - ドライバーは運転席に着席し、いつでもマニュアル運転に移行できる
- “Game Change” for Technology Innovation
 - 環境適合車の再来？

2013 TRB 自動運転WSにおける Bernard C. Soriano, Ph.D.
Deputy Director, California DMV のプレゼンを基に作成

CityMobil2 EUプロジェクト



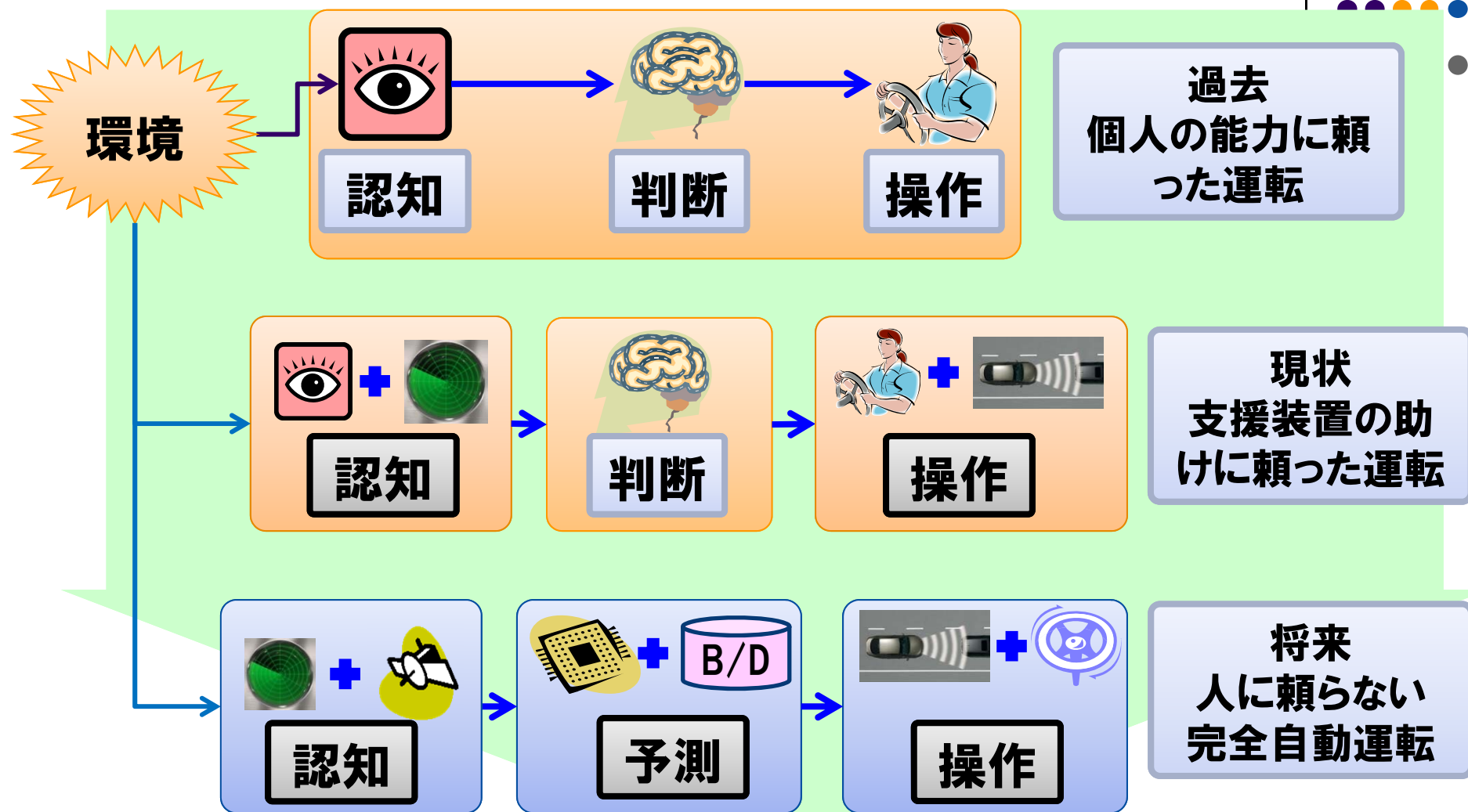
Demonstrator route

最初のデモ 2014年
イタリア オリスターノ サルディーニヤ島

低速（平均速度 5.5~8km/h）
歩行者空間
無人運転(監視員が乗車)



運転の進化



運転者の関与がなくなる運行およびその過程では大きな社会的
変革が生じる可能性がある

ニーズが高い自動運転の コンセプト



- 自動運転により人間のドライバーにはできない高度な運転が実現できること
 - 隊列走行トラック 車間距離4mで4台 自動運転
 - マニュアル運転は不可能
 - 車間距離短縮による空気抵抗の低減・省エネに寄与
 - 交通容量の増大
- 人間のドライバーよりも、上手に賢く運転できる
 - 省エネ運転
 - 極端に狭い道の走行
 - 悪天候下の運転など

自動運転によるモビリティ社会の変革



- 現行法制度における展開（レベル3までが主体）
 - 高度安全運転支援による交通事故死ゼロへ
 - 渋滞解消効率化
 - ART 自動運転バスによる公共交通の進化
 - 駐車場、専用道路、特区（離島など）における実証
- 制度改革に伴う社会の変革（レベル4も視野）
 - 自動運転限定免許による高齢ドライバー支援
 - 小型モビリティ・PMV・低速車両への適用
 - 無人タクシー・無人物流システム
- 都市構造・社会システム（PL制度、保険制度など）の変革・新産業の創出

次世代モビリティ研究センター(ITSセンター) Advanced Mobility Research Center



沿革

2003.4 産学官連携プロジェクト「サステナブルITS」発足
2005.3 先進モビリティ連携研究センター設立
2009.4 先進モビリティ研究センター設立
2014.4 次世代モビリティ研究センター設立

主な活動

エネルギーITS研究プロジェクト 自動運転・隊列走行
柏ITS実証実験 長崎EV/ITSプロジェクト
東北復興 モビリティ・エネルギーマネジメントプロジェクト
広島ASVプロジェクト 路面電車・自動車車間通信
複合現実感交通実験スペースによる交通安全・交通円滑化
ITSセミナー・社会人のためのITS専門講座

センターのミッション

人・インフラ・ビークル

分野融合

産学官民連携

モード融合

地域ITSセンタ
ー(オペレーシ
ョン)

要素技術融合

産官学による社
会制度研究

- ◆ 自動運転による次世代交通システム研究
- ◆ ビッグデータ時代におけるモビリティ社会のデザイン研究

地域実装

インフラ再構築

社会システム
・制度設計

社会的変革を伴うモビリティ社会の創造
社会実装の新学術分野構築

 センター長・教授 Director, Professor 須田 義大 SUDA Yoshihiro 生産技術研究所 / 大学院情報学環 (兼) IIS-2 / III 車両制御力学 Vehicle System Dynamics and Control	 教授 Professor 池内 克史 IKEUCHI Katsushi 大学院情報学環 / 生産技術研究所 III-T / IIS-3 視覚情報工学 Computer Vision	 教授 Professor 大口 敬 OGUCHI Takashi 生産技術研究所 IIS-5 交通制御工学 Traffic Management and Control
 客員教授 Visiting Professor 岩田 志志 IWATA Satoshi 生産技術研究所 IIS-2 株式会社デンソー 専務取締役 DENSO Corp. 産業政策 Industrial Policy	 客員教授 Visiting Professor 天野 肇 AMANO Hajime 生産技術研究所 IIS-5 特定非営利活動法人 ITS Japan 専務理事 運転支援システム Advanced driving assist system 交通情報システム Traffic information system	 客員教授 Visiting Professor CHUNG Edward 生産技術研究所 IIS-5 クイーンズランド工科大 教授 Queensland Univ. of Technology, Professor 交通工学 Traffic Engineering
 准教授 Associate Professor 中野 公彦 NAKANO Kimihiko 大学院情報学環 / 生産技術研究所 III-T / IIS-2 機械生体システム制御工学 Mechanical and Biological Systems Control	 准教授 Associate Professor 吉田 秀範 YOSHIDA Hidenori 生産技術研究所 IIS-5 交通政策論 Transportation Policy	 特任准教授 Project Associate Professor 小野 晋太郎 ONO Shintaro 生産技術研究所 IIS-3 時空間モビリティ情報学 Spatiotemporal Mobility Informatics
 准教授 Associate Professor 大石 岳史 OISHI Takeshi 生産技術研究所 IIS-3 時空間メディア工学 Spatiotemporal Media Engineering	 准教授 Associate Professor 坂本 慎一 SAKAMOTO Shinichi 生産技術研究所 IIS-5 応用音響工学 Applied Acoustic Engineering	専任メンバー 機械・電気電子・情報学環・ 社会基盤・建築