



Keio University

1858

CALAMVS
GLADIO
FORTIOR



自動車とインターネットの融合: IoTは自動車から

～日本・シンガポールの先端ITS事例

Masaaki SATO, PhD

Project Associate Professor, Keio University, Visiting Senior Research Fellow, National University of Singapore

自己紹介

□ 佐藤 雅明(さとう まさあき)

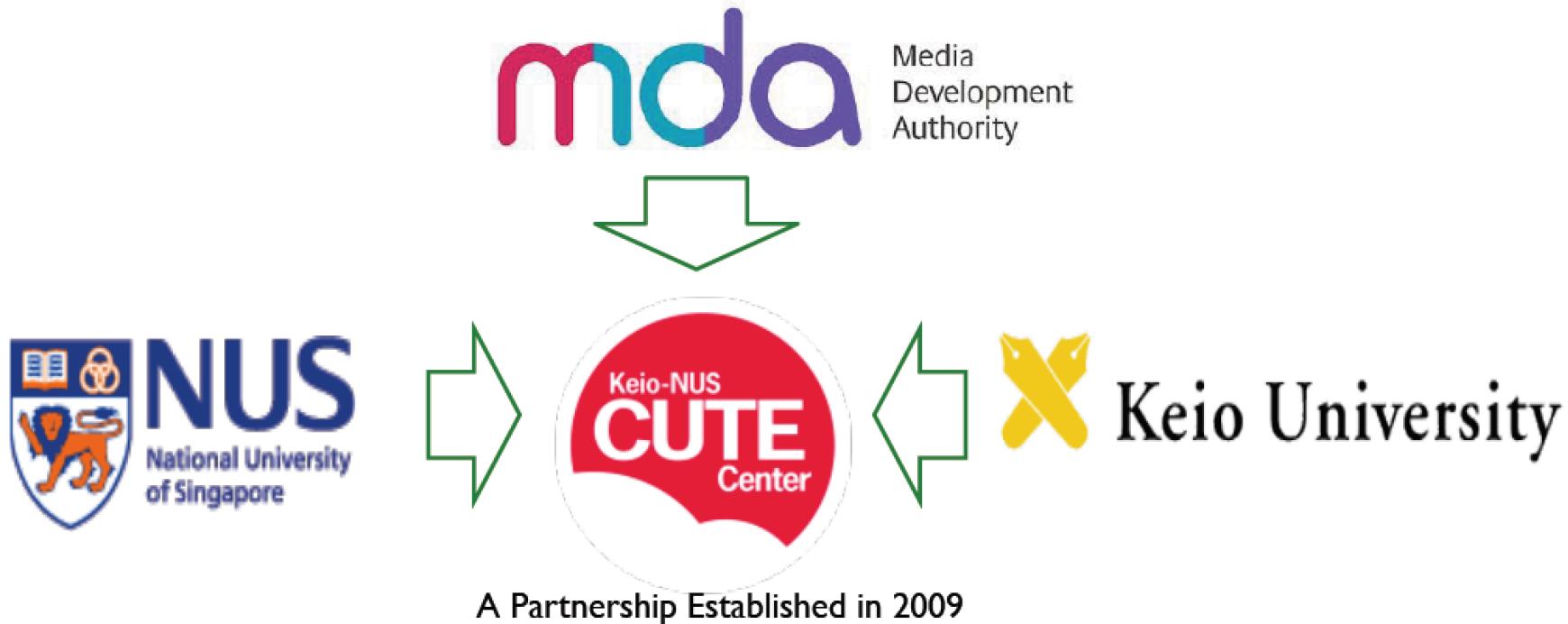
- 慶應義塾大学政策・メディア研究科 特任准教授
- シンガポール国立大学(NUS) Visiting Senior Research Fellow
- 資格: 国内A級ライセンス(失効)、仏検4級
- 博士(政策・メディア), ISO/TC204 国際専門家

- 1996年 4月 慶應義塾大学 環境情報学部入学
- 2000年 3月 慶應義塾大学 環境情報学部卒業
- 2000年 4月 慶應義塾大学大学院 政策・メディア研究科 博士前期(修士)課程入学
- 2002年 3月 慶應義塾大学大学院 政策・メディア研究科 博士前期(修士)課程 修了
- 2002年 4月 株式会社三菱総合研究所 入社
- 2003年 3月 株式会社三菱総合研究所 退社
- 2003年 4月 慶應義塾大学大学院 政策・メディア研究科 特任助手 着任
- 2009年 3月 慶應義塾大学大学院 政策・メディア研究科 博士後期課程 修了, 博士(政策・メディア)
- 2009年 4月 慶應義塾大学大学院 政策・メディア研究科 特任講師 着任
- 2012年 3月 シンガポール国立大学 Interactive and Digital Media Institute 着任(客員上席研究員)
- 2015年10月 慶應義塾大学大学院 政策・メディア研究科 特任准教授 着任



Why do we exist?

(CUTE) Center is a joint collaboration between NUS & Keio, funded by MDA, established in 2009.



The naming of the CUTE Center was deliberately ‘**CUTE**’ as one of the strengths of Japan from a creative point of view is the **kawaii** culture.

インターネットと自動車

Emerging Services & Technologies

- Internet of Things (IoT)
- Big Data
- Artificial Intelligence (AI)



ITS(高度道路交通システム)

□ 車両、道路、人をITで繋ぐ



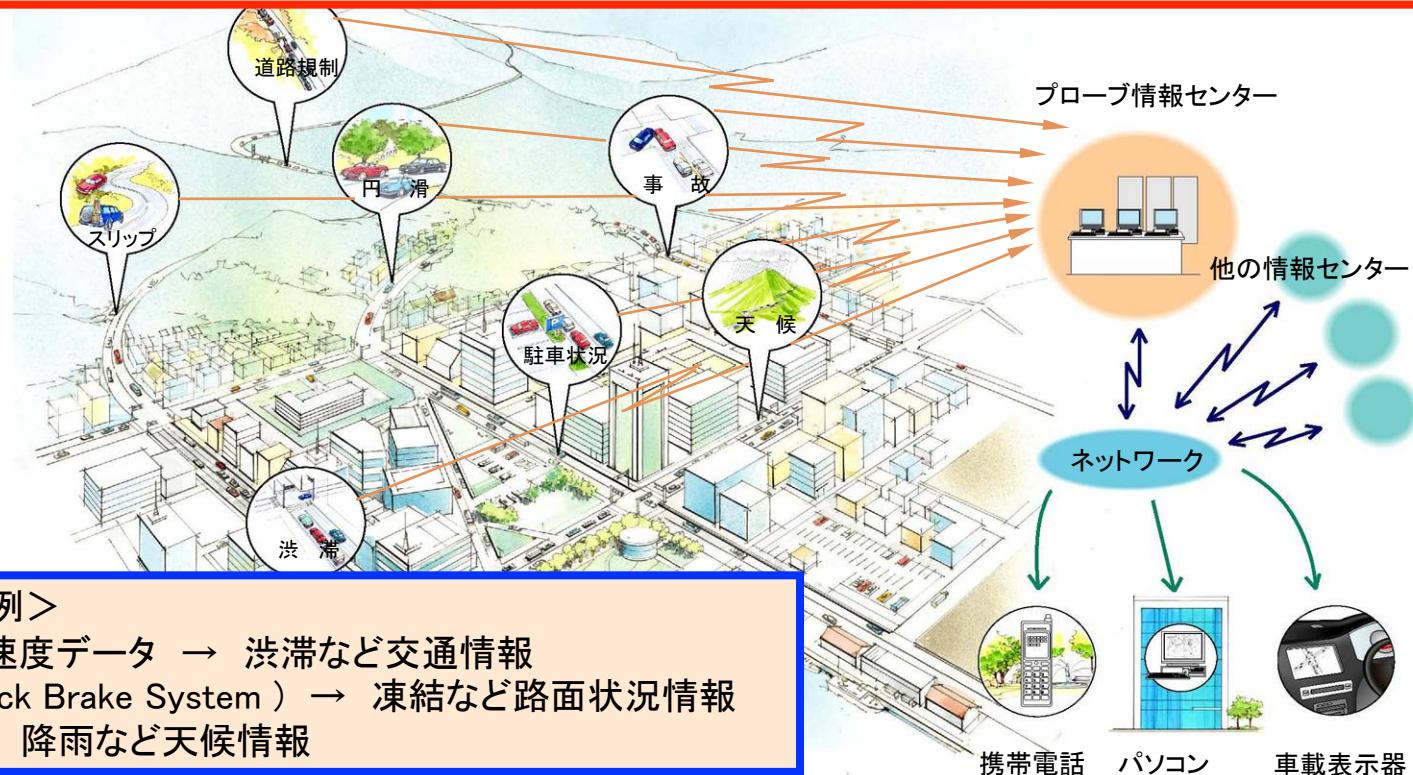
IoT(モノのインターネット)はクルマから

- 自動車はセンサーのカタマリ
 - 走行制御・周辺環境の把握
 - 電源を搭載し、人間と共に移動する
- 世界中あらゆる場所に偏在している
 - めまぐるしく変わる周辺環境・車内環境
 - 交通渋滞、事故、ゲリラ豪雨...
 - 走行状況、車両挙動、排気ガス、ラジオ/音楽...
 - 人間の意思や行動に沿った情報を収集している
 - クルマの情報は“宝の山” → IoTのキーデバイス

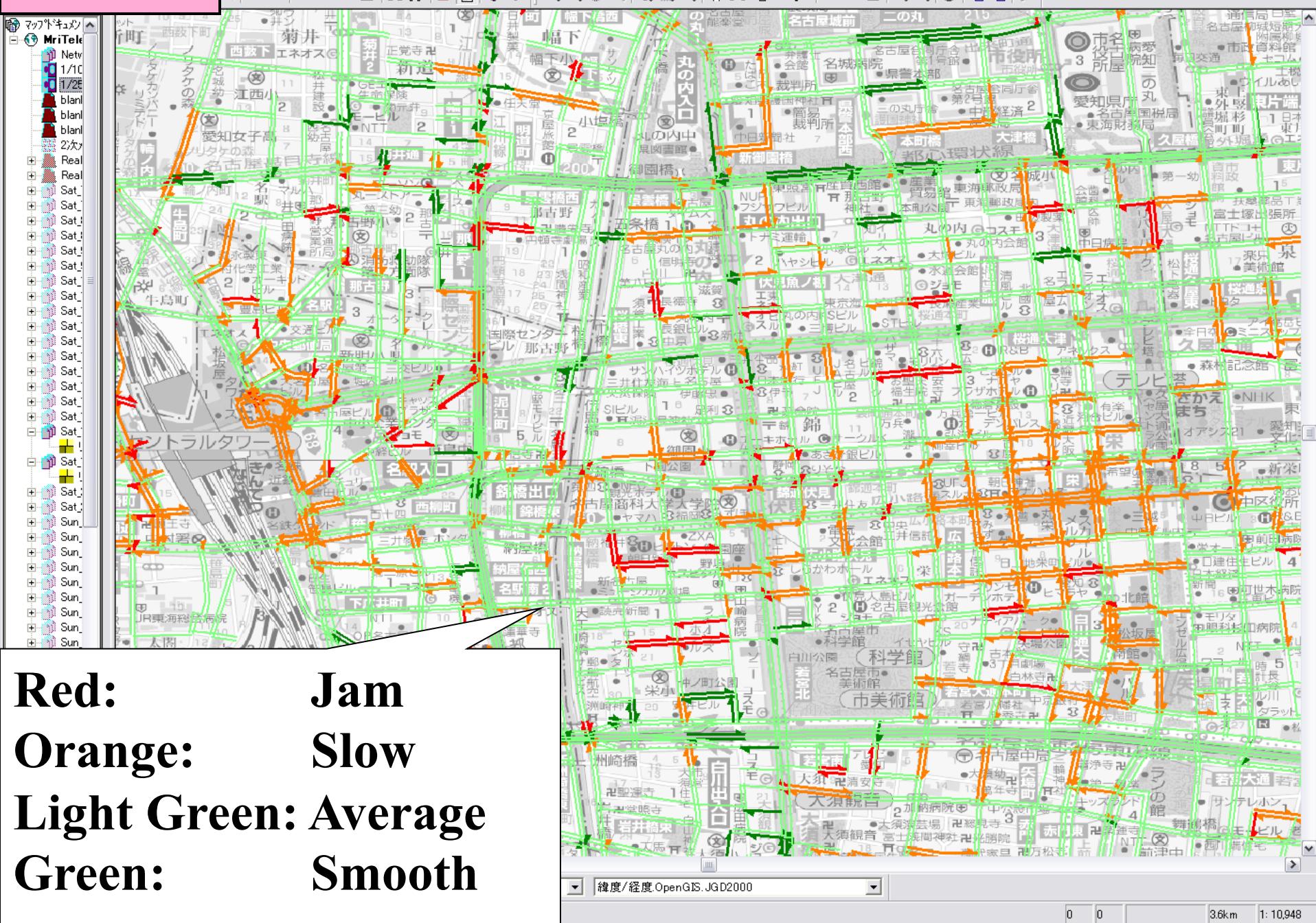


プローブ情報システム

プローブ情報システムは、自動車の持つセンサ情報を、情報通信基盤を用いて収集し、統計処理等を施すことによって交通情報や環境情報、気象情報等、有益な価値ある情報を生成し、情報の共有・提供を行うシステム



19:00



Red: Jam
Orange: Slow
Light Green: Average
Green: Smooth

ABS動作情報を用いたヒヤリ・ハットMAP生成

- ABS動作情報による「ヒヤリ・ハットMAP」
 - ABSの動作情報は、自動車が走行している箇所の危険（凍結や障害物）を示唆
 - “位置”と“時間”と共に、ABS動作情報を多くの自動車から収集

- メーカや車種に依存しない情報収集
 - ISOで標準化を行っているデータフォーマットに基づく実車両からの情報取得
 - 複数の自動車から統一したフォーマットによるリアルタイム情報収集

収集して直に意味を持つ（サービス可能）な情報のプローブ

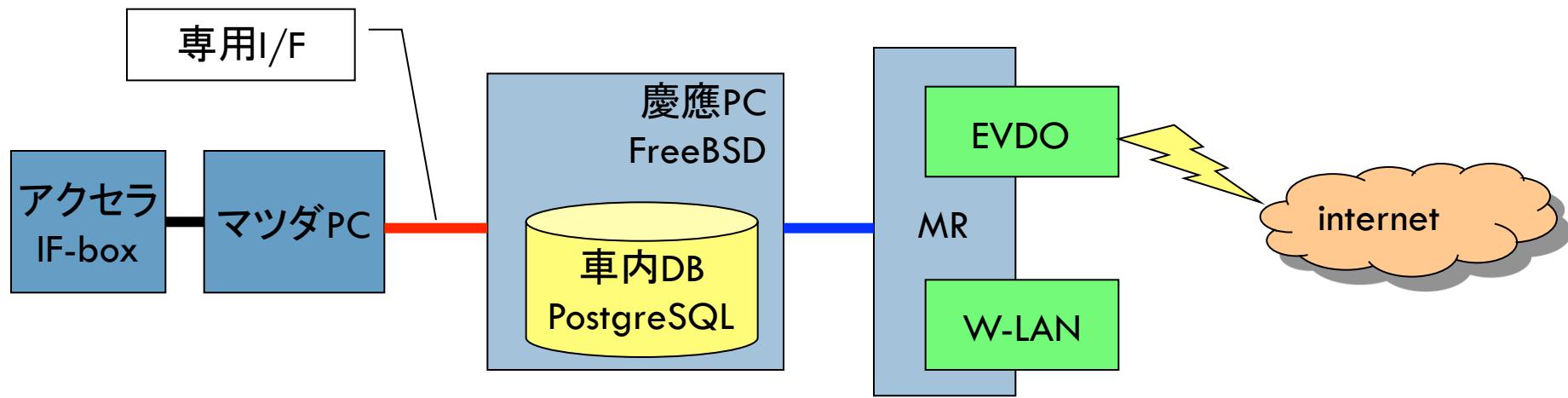


ABS情報の統一した取得

- ABS動作情報
 - ECUの制御情報
 - 各社・各車両によって異なる情報フォーマット
 - ON/OFF
 - マニューバレベル
 - 4輪毎の制動値
- ABS作動情報の統一
 - ABS動作を示す“インジケータ”フラグ(on/off)に統一
 - 制動情報からon/offへの正規化
 - 異なる車種情報の統合を実現
 - マツダ、スバル、トヨタ、日野
 - 乗用車(セダン、ワゴン)、トラック
 - FF, 4WD

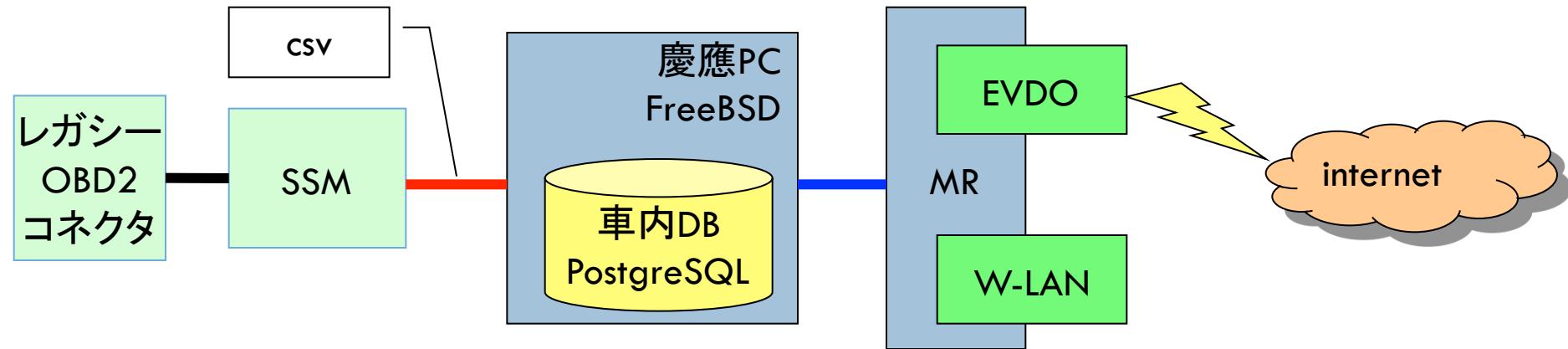
アクセラ(実験車)

□ MR搭載

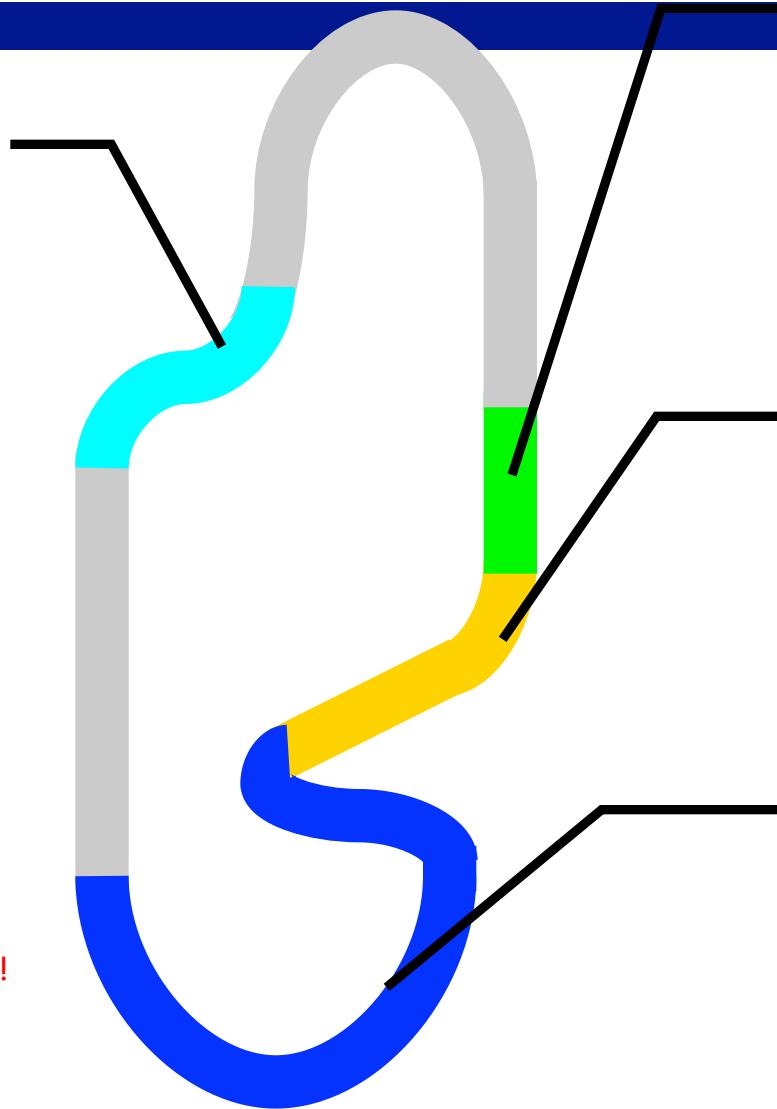


レガシー(一般車)

□ MR搭載

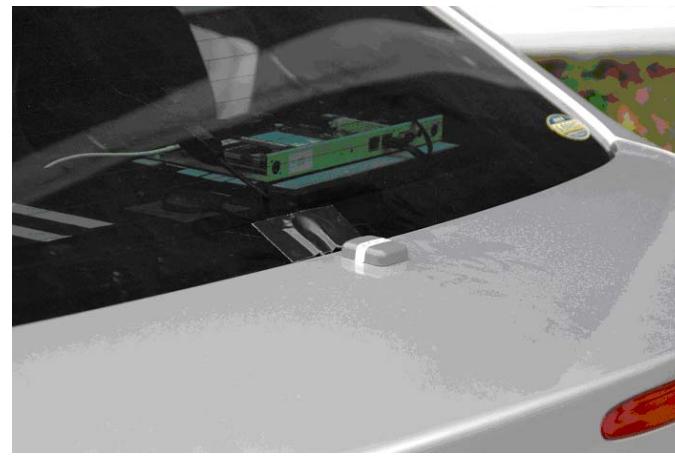


スリパリーコース

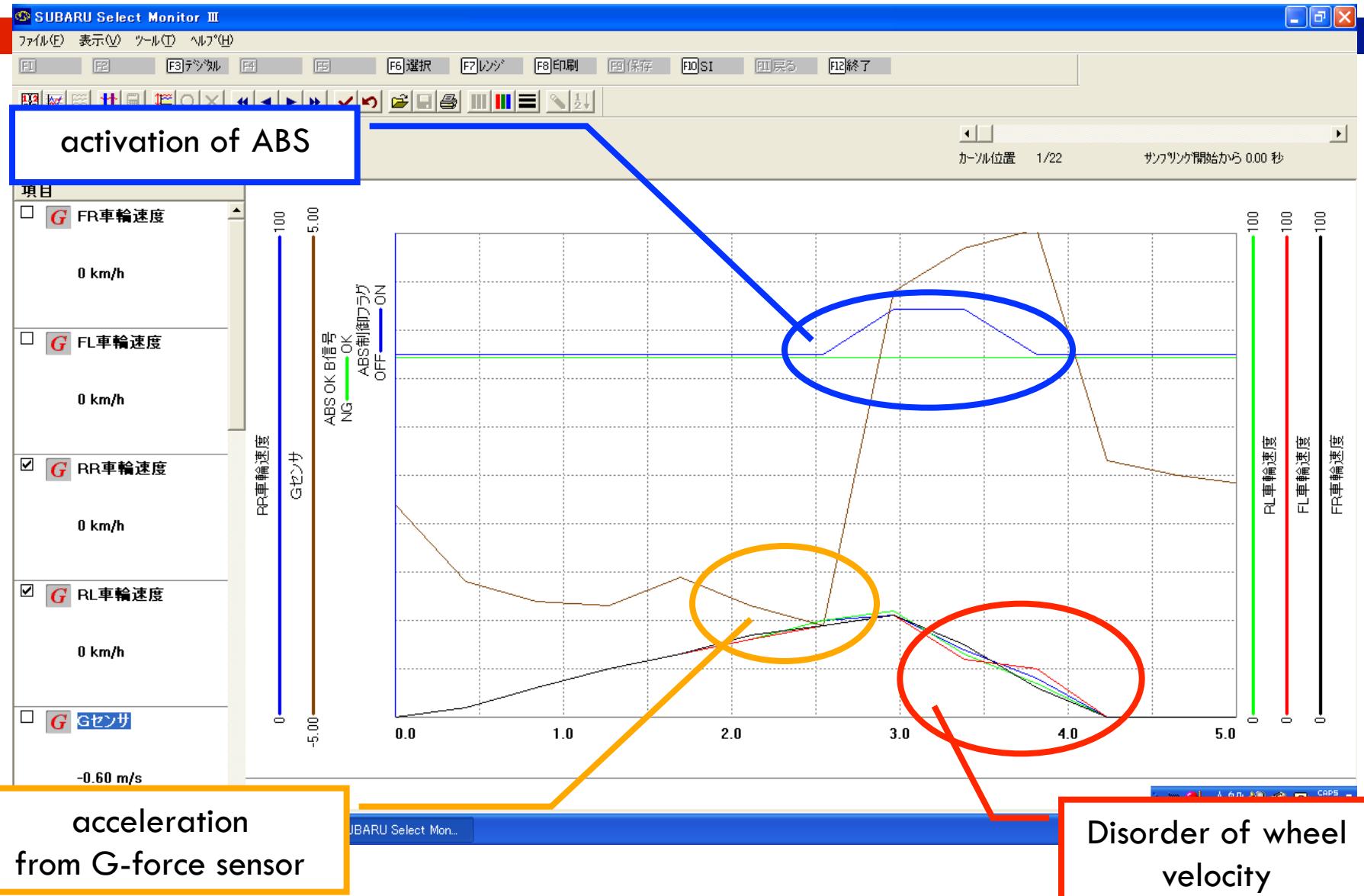


※コースは水が撒かれます!!

実験風景



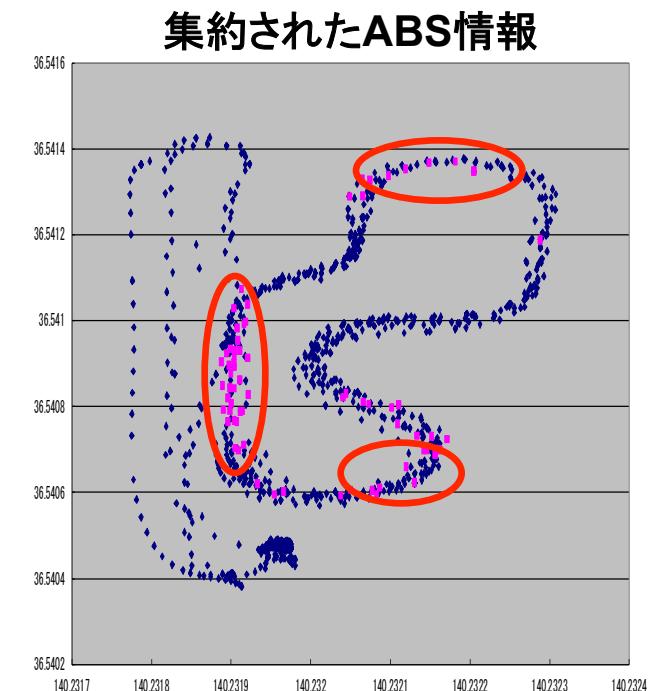
ABS information from vehicle connector (OBD-II and CAN:Controller Area Network)



実験結果

- 3台の車両でデータ取得
 - 毎秒XML形式(348 byte)で保持・送信
 - 車両情報は概ね500msec毎の取得が可能
 - 通信にはEVDOを利用
 - 上り: 49.1kbps、下り: 357kbps

- 実験結果
 - 複数車両からABS取得情報を集約
 - 初動タイミングは半径1m以内に9割集約
 - 終了タイミングは走行パターンに依存
 - スリパリー箇所以外のABS作動箇所
 - カーブ突入に際するブレーキで作動
 - 速度との相関 → 統計処理等で判定可能



展開：実証実験のベースとしての活用

□ 「つるナビ」実証実験

- 複数車両から路面すべり箇所の収集
- インターネットITS協議会の実験システムをベースにメーカーと自治体が協力して実施

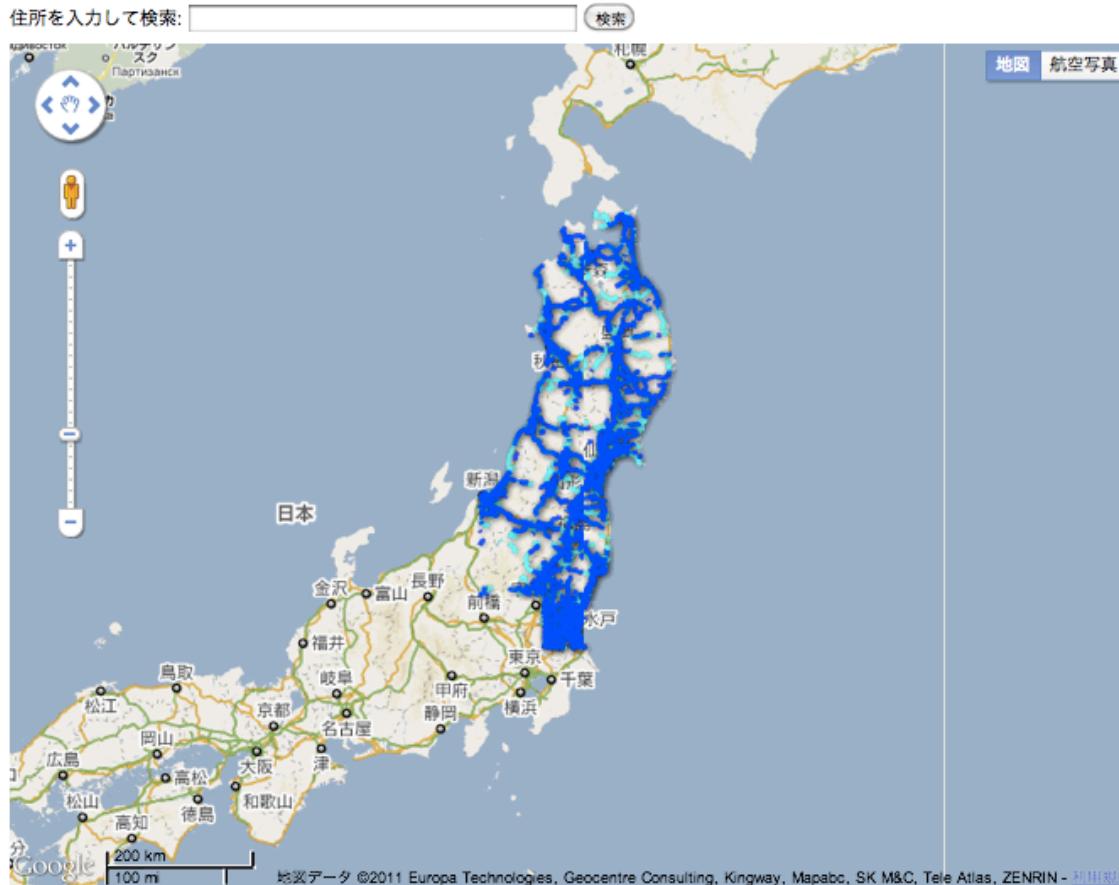


Probe vehicle system for disaster recovery

Google Crisis Response 自動車・通行実績情報マップ
a google.org project

東日本大震災、自動車・通行実績情報マップ

下記マップ中に青色で表示されている道路は、4月14日の0時～24時の間に通行実績のあった道路を、水色は4月13日の0時～24時の間に通行実績のあった道路を示しています。（最終更新日時：2011/04/15 09:27 JST）



データ提供：本田技研工業(株)・バイオニア(株)・トヨタ自動車(株)・日産自動車(株)

データ統合：特定非営利活動法人 ITS Japan

Probe vehicle system operators provide traces of real vehicle traffic.

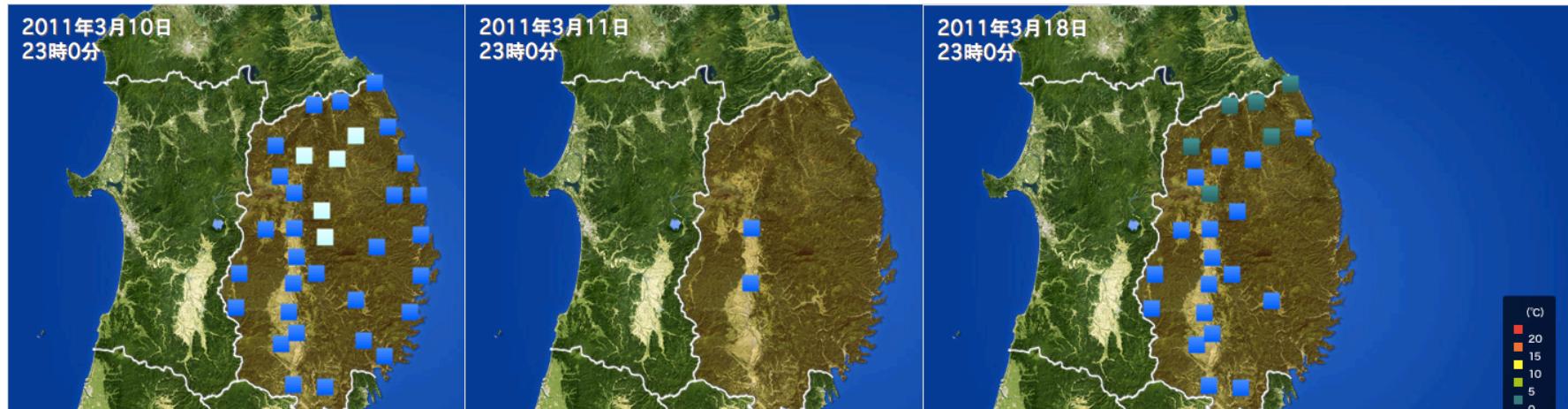
Sensor Networks on 11th March



Traffic information on 11th Mar 20011

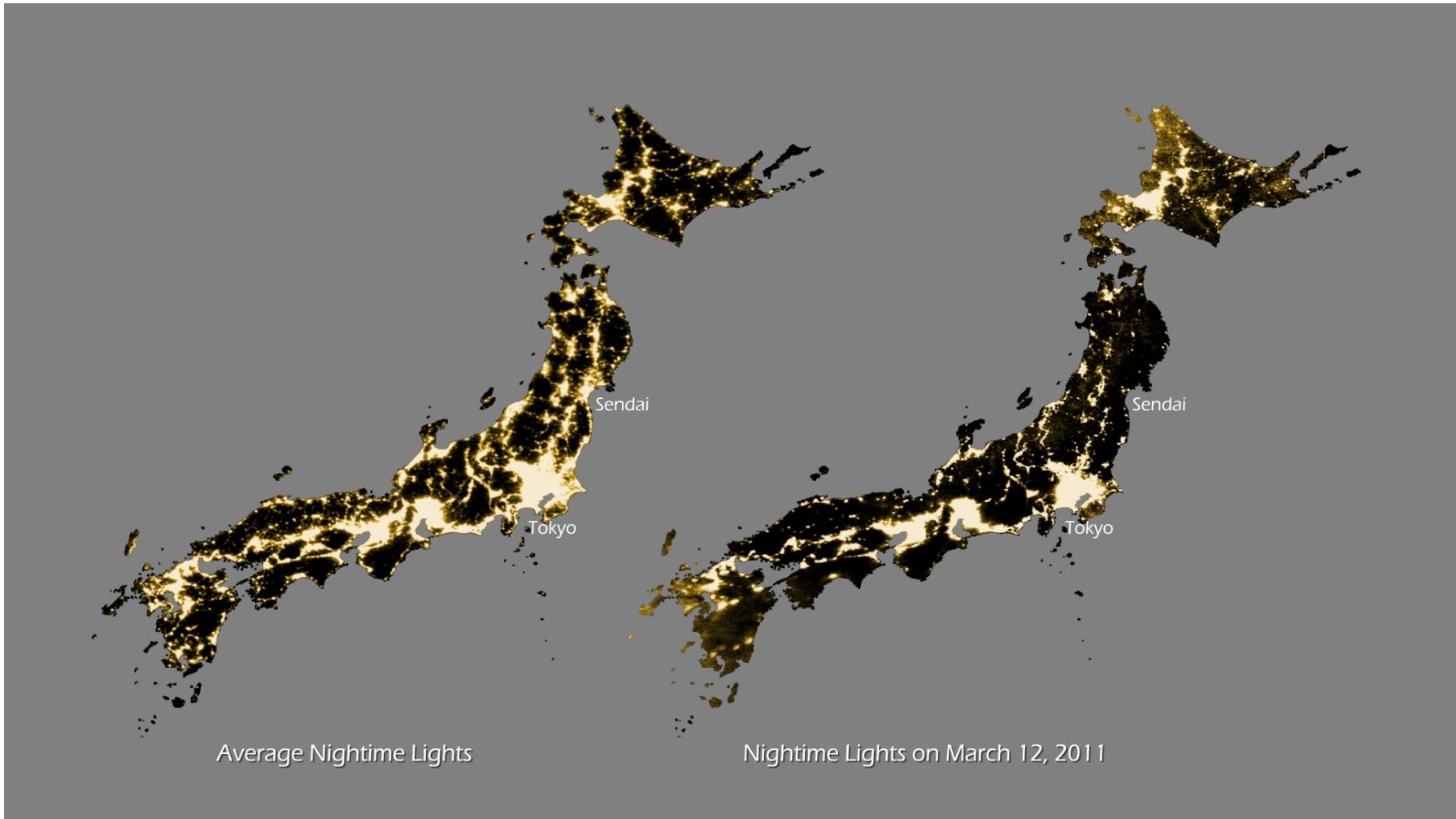
No Traffic jam??
=> No, traffic sensors didn't work
because of blackout.

Data from AMEDAS before and after Earthquake



Sensor might be able to work with battery but communication is... 20

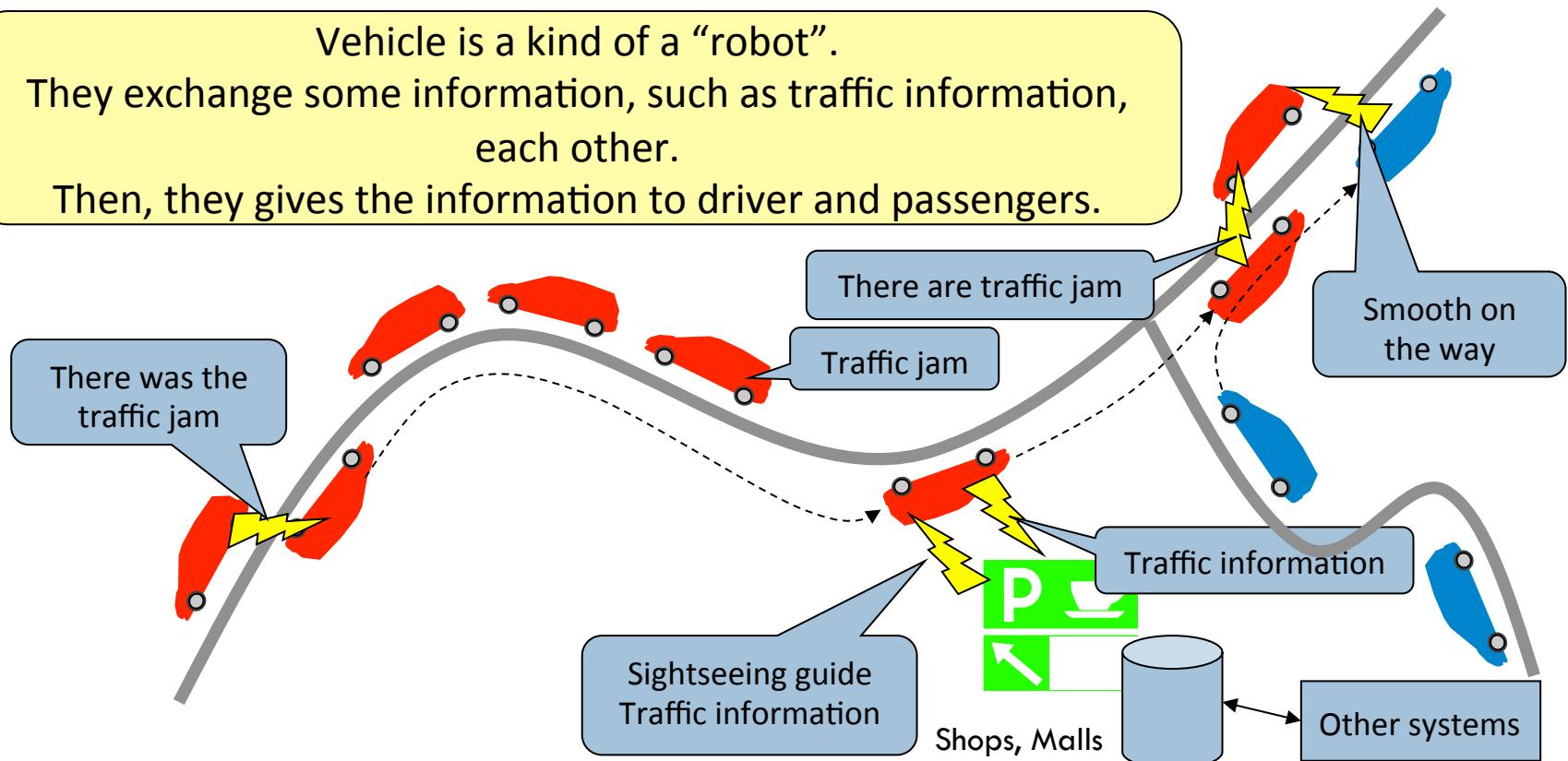
The Night the Lights Went Out Over Japan



Source: <http://www.nvnl.noaa.gov/MediaDetail.php?MediaID=697&MediaTypeID=1>

Decentralized probe vehicle system

Vehicle is a kind of a “robot”.
They exchange some information, such as traffic information,
each other.
Then, they gives the information to driver and passengers.



現在のプローブ情報システム

- 多くのサービスがプローブカーを活用してリアルタイム情報を提供
 - 出口は交通情報に限らない(PAYD → PHYD)

- カーテレマイクス系サービス
 - トヨタ: G-BOOK/T-connect
 - 日産: カーウイングス
 - ホンダ: インターナビプレミアムクラブ
 - パイオニア: スマートループ

- プラットフォーム系サービス
 - ノキア Here
 - TomTom HD Traffic
 - Google traffic
 - INRIX

→ PND/スマートフォンの活用



KEIO – NUS CUTE Center activity

Location Aware Digital Signage system

シンガポールの基本情報: 国土

□ 面積: 707.1 km² (参考: 東京都区部 630 km²)

□ 位置: 北緯 1° 09 – 1° 29

東経 130° 36 – 104° 25

(赤道から約137kmの距離)

□ 総人口: 541万人 (2013年)

□ 人口密度: 7,612.28人 / km² (参考: モナコ公国について世界第二位)

□ 人口比率: シンガポール国民: 330万人 (61.12%)

□ 民族構成 (2012年)

□ 華人 74.2%

□ マレー 13.2%

□ インド 9%

□ 国民の約9割が住むHDB(Housing and Development Board)では、民族比率がシンガポール全体の民族比率と同じになるように調整されている



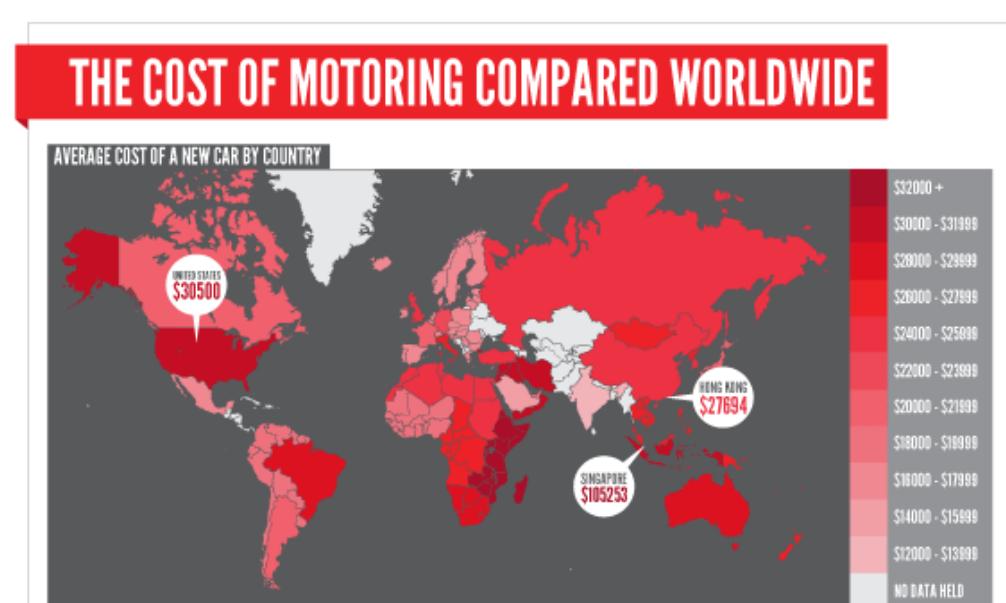
シンガポール：世界一自動車が高価な国

□ 新車の平均購入価格

- 日本：約220-240万円
- 米国：約300万円(30,500 USD)
- シンガポール：約1,050万円(105,253 USD)

□ 2012年シンガポール新車販売台数

- 5,039台 BMW
- 4,323台 メルセデス・ベンツ
- 4,272台 トヨタ
- 3,567台 VW
- 1,679台 アウディ



出典：<http://jp.autoblog.com/2013/06/02/infographic-the-cost-of-motoring-around-the-world/>

出典：http://www.marklines.com/ja/statistics/flash_sales/salesfig_asia_201212#singapore

シンガポール：新車購入時の費用(例)

- 車両本体価格(OMV:Open Market Value)
 - 生産国から輸出される際の購入価格と運賃、輸送時の保険などを含んだ価格。シンガポール税関が決定する。
- 輸入税:OMVの20%
- 商品サービス税(GST):OMV+輸入税の7%
- 登録料:約1万円
- 追加登録料(ARF:Additional Registration Fee)
 - OMVの100%
- 新規車両登録権利書(COE:Certificate Of Entitlement)
 - 月2回の入札で価格が決定
 - ~1,600CC:約 530万円 / 1,600CC~:約600万円, June 2013
- 道路税:約 5.6万円/年
- 自動車保険:約20万円~

自動車価格の例

□ VW POLO 1.2L	773万円
□ HONDA CIVIC 1.6L	800万円
□ NISSAN SYLPHY 1.8L	840万円
□ TOYOTA CAMRY 2.0	996万円
□ BMW 320i	1,260万円
□ LEXUS LS460	2,860万円
□ MERCEDES BENZ SL500	4,000万円
□ FERRARI 458 SPIDER 4.5L	11,130万円
□ ROLLS ROYCE PHANTOM	14,000万円

シンガポールと渋滞

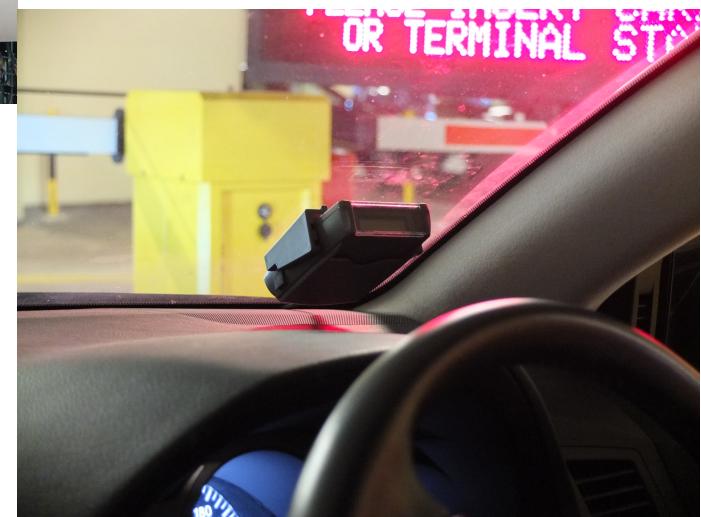
- 市内の慢性的な渋滞は深刻な社会問題
- 混雑の緩和を目的としたロードプライシングの実施
- 1975年:Area Licensing Scheme: ALS
 - 入域許可制度:一般道路の利用に課金するのは世界初
 - その後ALSは23年間継続
- 1998年:Electronic Road Pricing(ERP)
 - 自動料金徴収システムに移行

Area Licensing Scheme: ALS

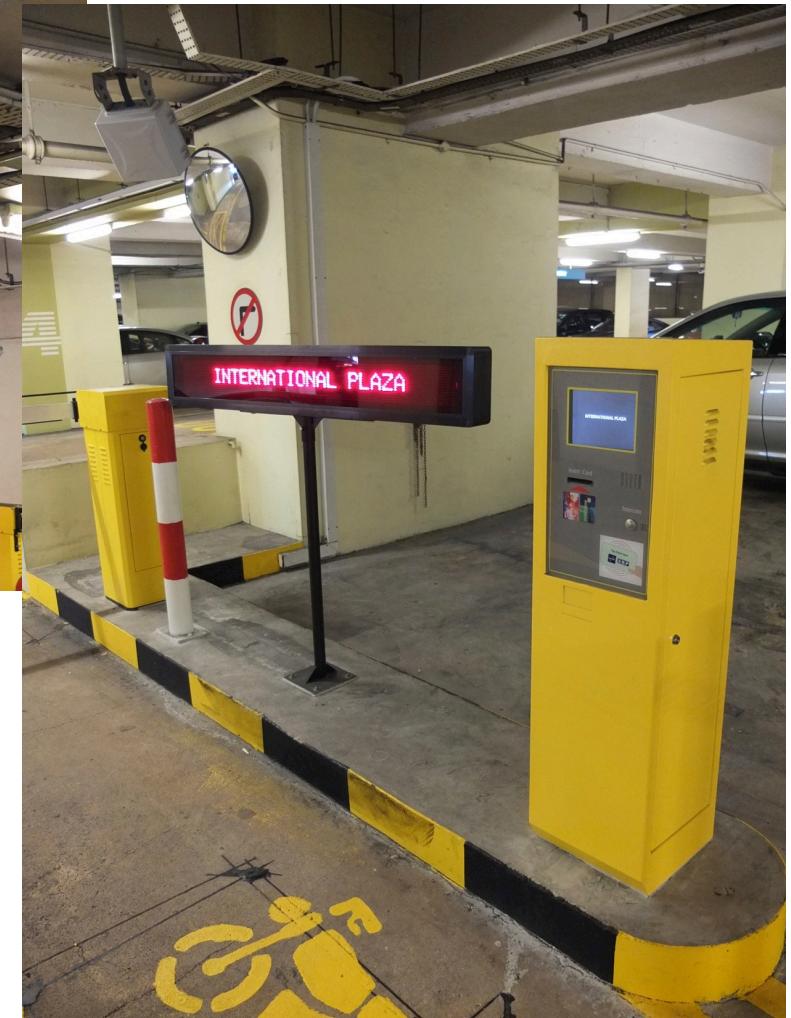
- 交通環境の改善をめざした渋滞料の徴収
 - 導入当初は主に、自家用車による通勤を抑制する「通勤車両の規制」が目的
 - 対象区域：中心業務地区(CBD)、平日と土曜の7:30から10:15までの午前のラッシュアワー時が対象(当初)
 - 料金徴収
 - 1日あたり1回の課金(エリア・プライシング方式)
 - 紙製のエリアライセンスをフロントガラスに提示
 - 規制区域の入り口で、監視員が目視によりチェック
- ALSの変遷
 - 適用される時間の変更
 - 提供される車両の変更(貨物車、オートバイも対象)
 - 「通勤車両の規制」から「渋滞料を徴収すること」へ
- ALSの効果
 - 自家用車：導入前 約43,000台 → 導入後 約11,000台
 - 全体でも44%の交通量改善、車両の平均速度も31km/h
 - 周辺道路の交通量の増加：1.7倍
 - ゲート付近の渋滞、人件費



Electronic Road Pricing : ERP



Electric Parking System (EPS)



シンガポールの交通状況: 交通需要の変化

1965年



人口: 3倍増
車両: 6倍増

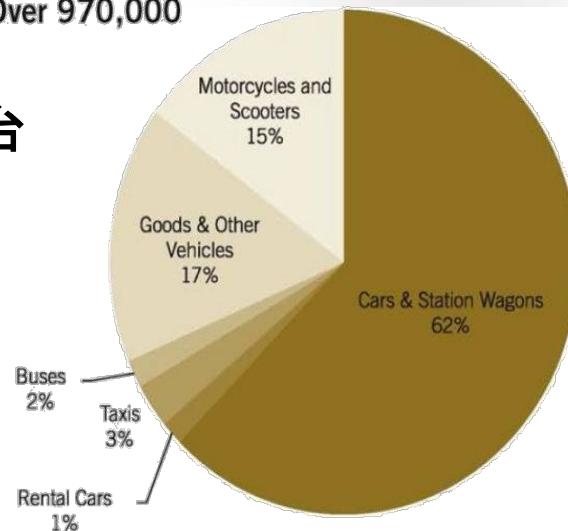
2014年



人口: 180万人

自動車: 16万台

All Motor Vehicles:
Over 970,000



人口: 540万人

自動車: 98万台

【2014年のシンガポールの車両の内訳】

一般車(ステーションワゴン): 62%

貨物車等: 17%

バイク・スクータ: 15%

タクシー: 3%

バス: 2%

レンタカー: 1%

ERP next generation

- ERPの次世代システム
 - 道路料金徴収システムをGPSと携帯電話回線(3G)で実現
 - 設定されている位置を通過した際に、携帯電話回線を介して料金徴収を実施
 - 道路料金徴収ポイントの追加や削除が路側機に依存せず自由に変更可能(一定区間内の距離課金や滞在課金等)
- 路側機/車載機との通信機能(DSRC)
 - 取締や位置補正, 情報提供用
 - 駐車場入退管理・料金収受
- シンガポールの全車両がプローブカー
 - 普及率が100%に限りなく近い自動車ビッグデータのプラットホームとなりうる全車両の真値を収集する事が可能



CITIUS: GNSS/CN base Digital Signage

- Mitsubishi Heavy Industries and KEIO-NUS CUTE Center propose a new solution for ITS services of Singapore, by combining the technology
- We expect to work on development of services that can be commercialized in early phase



Feasibility Study of Location Aware description service
based on precise probe data

Reference Service: Bus Location System in NUS shuttle

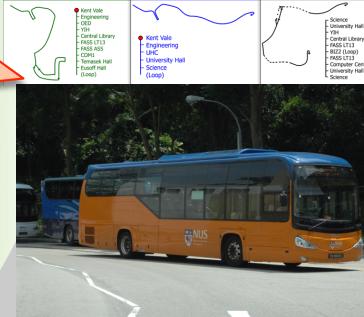
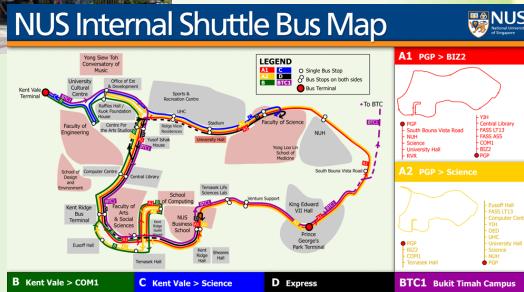
Research collaboration structure

MHI Technology

- High-accuracy , real-time GNSS positioning technology (MHI)



NUS Internal Shuttle Bus Map



collaboration

- Location Aware Variable Message Sign on the Shuttle BUS @ NUS Kent Ridge Campus
- Feasibility Study of provide Information according to just on time, at the right Place

CUTE Technology

- Probe data management
- Digital signage management
- Location aware services

Probe data storage

Contents data storage

Probe data management

Contents management



System Architecture

(1) Determination of “events”

- Selected as a place to provide information (BUS STOP, HUMP, Crossing, landmark...)

【EVENT】

- Position (latitude, longitude)
- Event Type

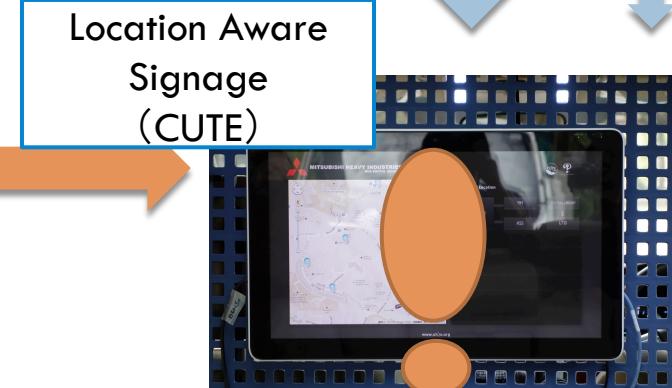
(2) Installation position information corresponding to the event

GNSS OBU
(MHI)



(3) Installation of the content corresponding to the event

Location Aware
Signage
(CUTE)



(4) Event notification messages

- Passing judgment at which the event occurs

- Check for updates
- Download contents (if needed)

(5) Display Event

- Vehicle Location System (based on WEB)

Now, running in NUS campus

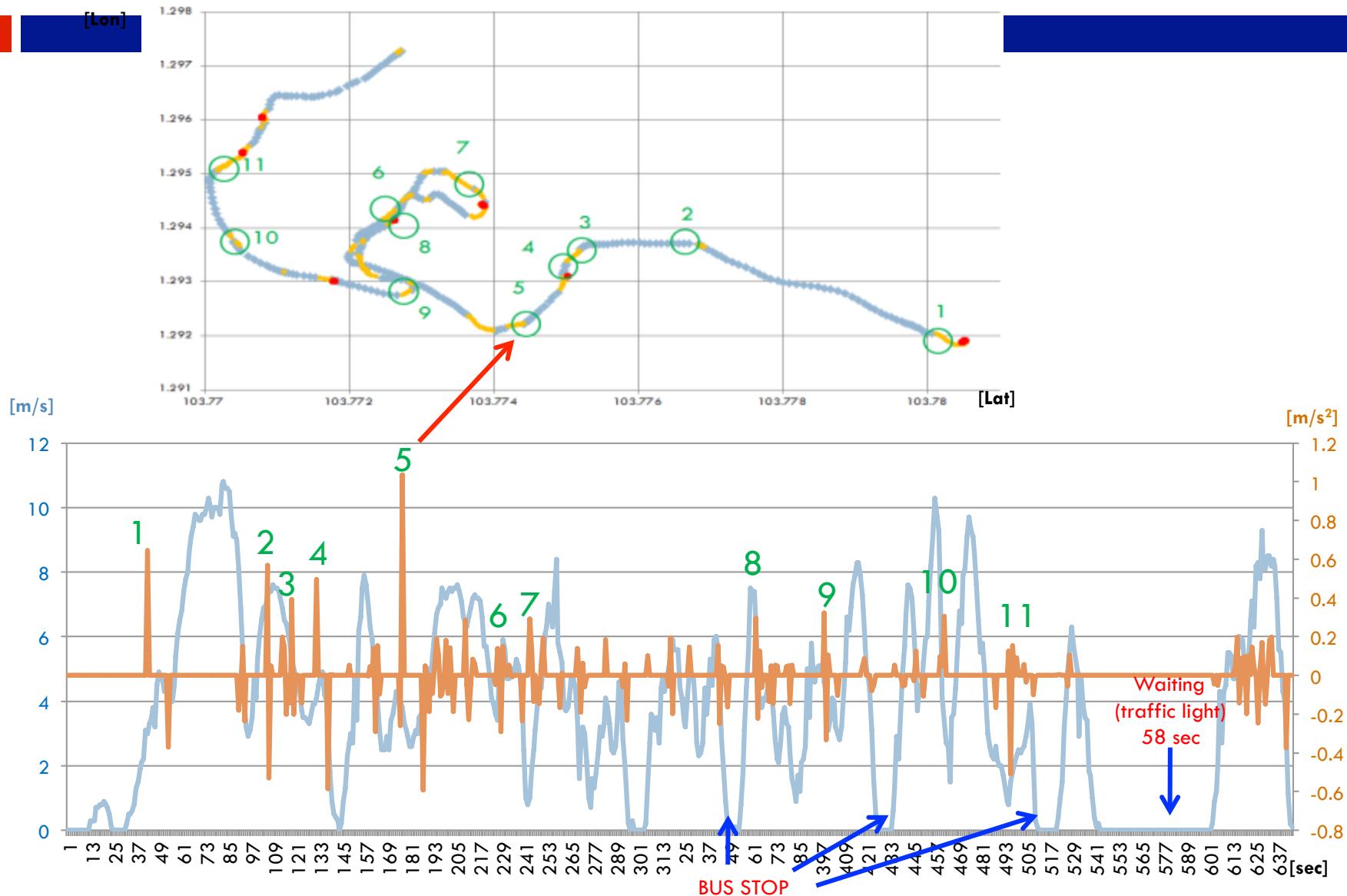




Image © 2014 DigitalGlobe

Grasp of the detailed running status of the bus

40



次世代型ERPによるプローブ情報システム

□ 國際標準を意識したシステム構築

- ISO 22837, ISO 24100
- IEEE 1609, ITS-Station
- 5.9GHz DSRC(WAVE)

□ 行政主導のプラットフォーム

- 主目的はロードプライシング
- 情報提供用インフラ整備

□ 民間へは匿名での提供

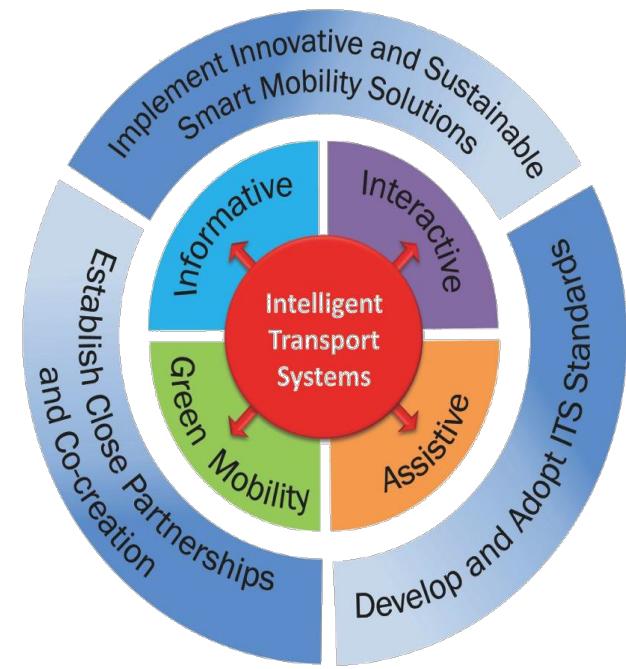
- その為のシステムと制度を導入
- 自動車ビッグデータ市場の形成



シンガポールのITS戦略

□ ITSの4つの柱, 3つの目標

1. 革新的で持続性のあるスマートモビリティの実現
2. ITS標準の策定と準拠
3. 普及展開の推進(水平・ビジネス展開)



think of tomorrow

□ Why we need Autonomous vehicle?



safety



productivity



efficiency



accessibility

自動運転: レベル分け

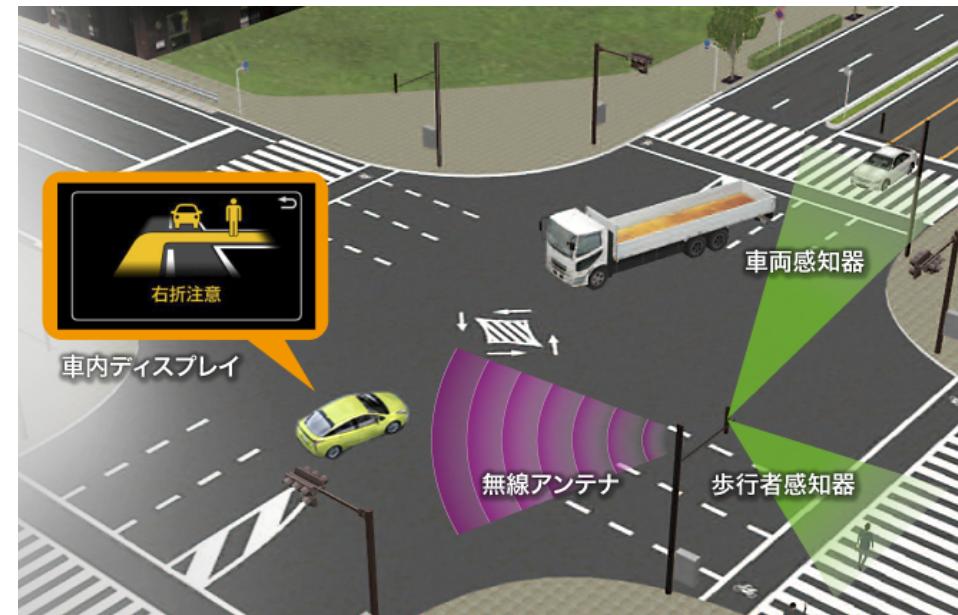
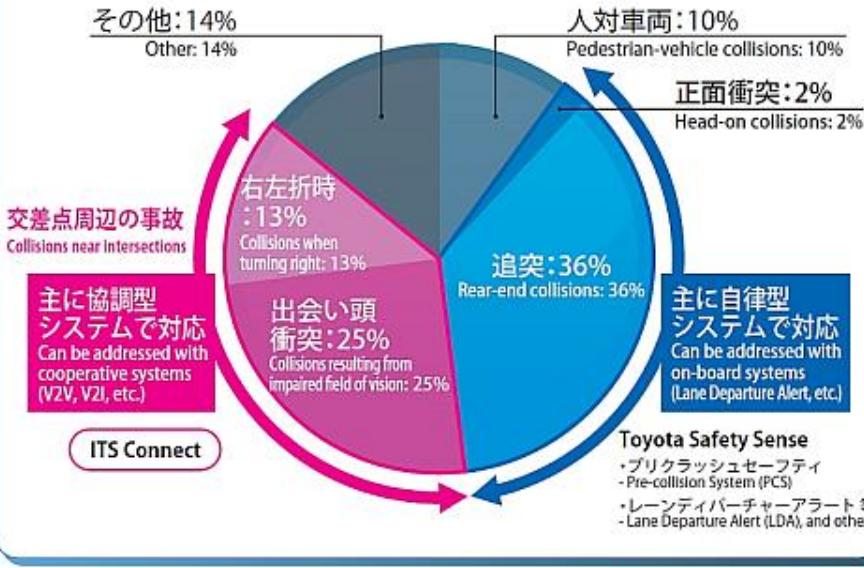
- Automated Driving(自動運転)
 - 従来の自動車メーカーの技術の延長線
 - ITS, V2Xが当座目指している方向
- Autonomous Driving(自律運転)
 - ロボット技術の延長線
 - 従来のITSや自動車技術からは飛躍が求められる

分類	概要	左記を実現するシステム
情報提供型	運転者への注意喚起等	「安全運転支援システム」 ⁵
自動化型	レベル1：単独型 加速・操舵・制動のいずれかの操作を自動車が行う状態	「準自動走行システム」 ⁵
	レベル2：システムの複合化 加速・操舵・制動のうち複数の操作を一度に自動車が行う状態	「自動走行システム」 ⁶
	レベル3：システムの高度化 加速・操舵・制動を全て自動車が行う状態（緊急時対応：ドライバー）	
	レベル4：完全自動走行 加速・操舵・制動を全て自動車（ドライバー以外）が行う状態	「完全自動走行システム」

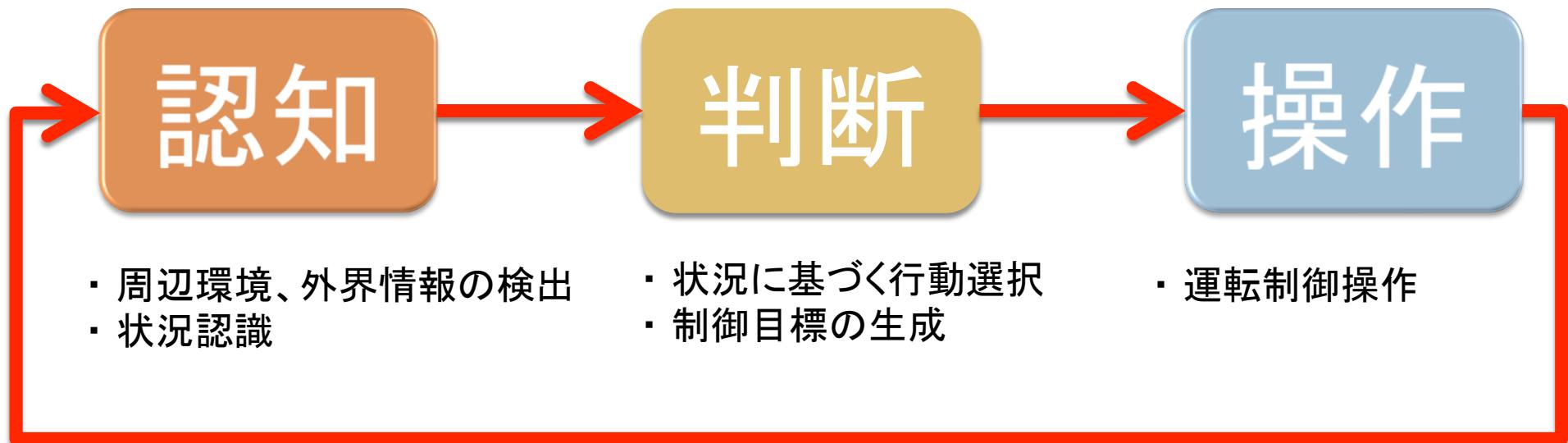


路車協調ITS: ITS connect

事故総件数(573,842件)の構成率比(平成26年 警察庁)
Breakdown of traffic accidents in Japan (source: National Police Agency, 2014)



運転の基本機能



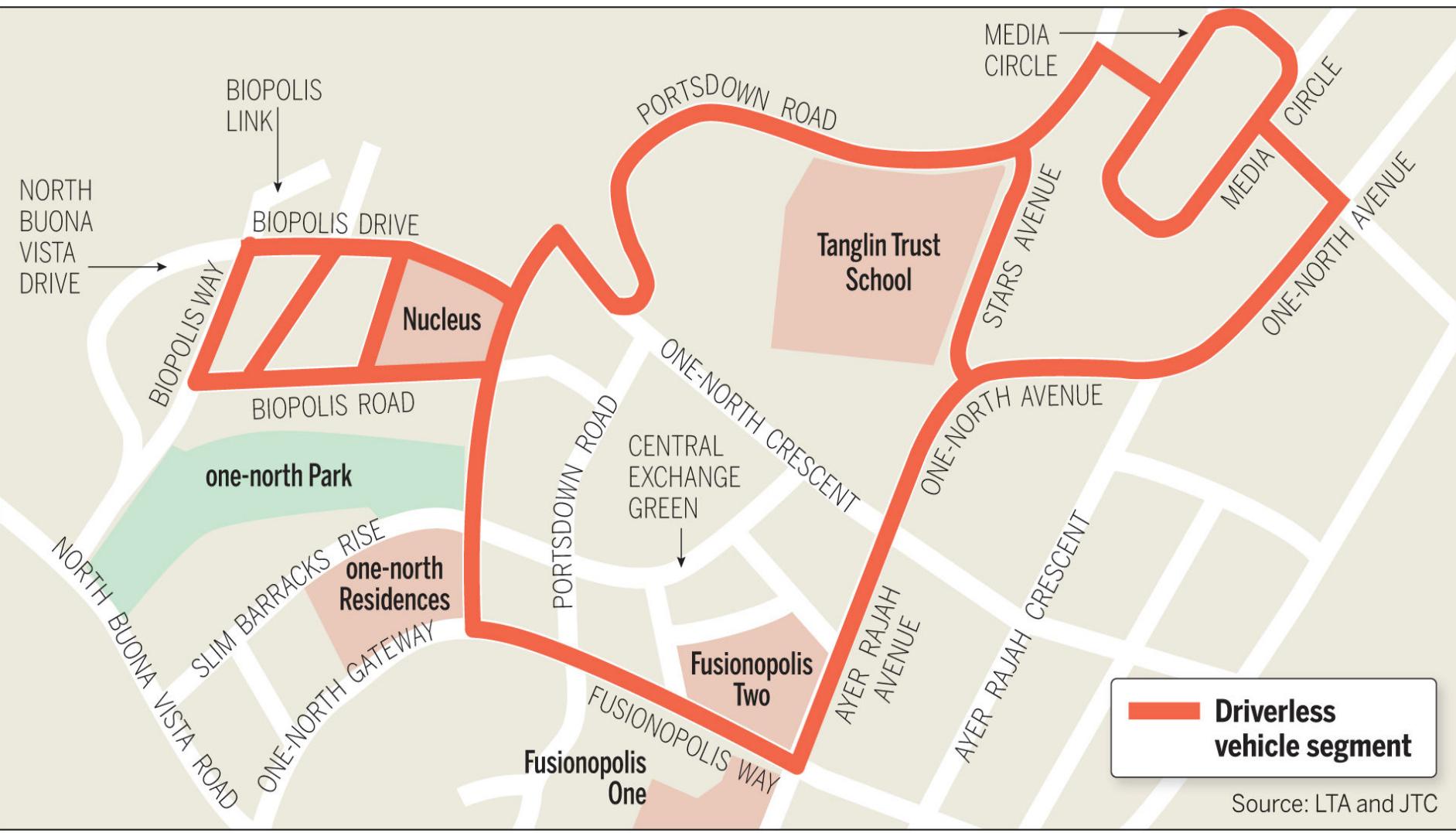
自動運転は、これらの機能の一部、あるいはほとんどすべてをドライバに代わっておこなう高度な機能を備える

自動運転の目的・ニーズ

1. **動作の確実性**: 疲れによる能力低下、単純なミス、勘違いなどによる事故の減少。およびこうした人為的要因による渋滞等の削減
2. **高度な制御**: 通常のドライバには困難な状況においても安定した車速維持、短い車間距離での走行(道路容量の増加)、迅速な回避行動などによる交通の効率化および安全性の向上
3. **無人による輸送・移動**: ドライバー無しに物や人を輸送、移動することによる道路利便性の向上。

One-northのテストルート

Test route



【参考】RFI Proposals(TBC: Nov. 2015)

LTA has received 8 proposals from both local and international applicants:

1



2

DELPHI
Automotive Systems

3



Energy Research Institute @ NTU

4



5

RDM
GROUP

6

ST Kinetics
A company of ST Engineering



Institute for
Infocomm Research

7

TOYOTA TSUSHO

8



Convention on Road Traffic

- United nations conference on road and motor transport(1949, Geneva)

Article 8

1. Every vehicle or combination of vehicles proceeding as a unit shall have a driver
5. Drivers shall at all times be able to control their vehicles or guide their animals. When approaching other road users, they shall take such precautions as may be required for the safety of the latter.

Convention on Road Traffic

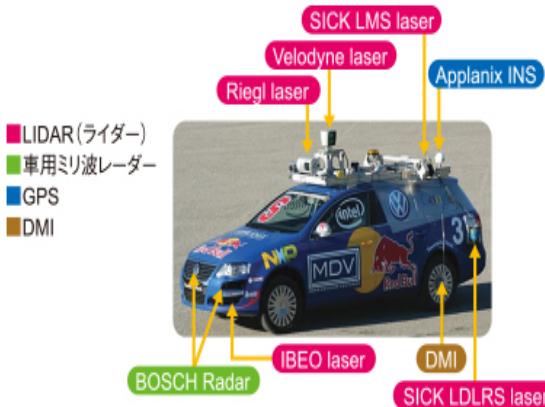
- The 1968 road traffic convention(1968, Vienna)

Article 8: Drivers

1. Every moving vehicle or combination of vehicles shall have a driver.
2. It is recommended that domestic legislation should provide that pack, draught or saddle animals, and, except in such special areas as may be marked at the entry, cattle, singly or in herds, or flocks, shall have a driver.
3. Every driver shall possess the necessary physical and mental ability and be in a fit physical and mental condition to drive.
4. Every driver of a power-driven vehicle shall possess the knowledge and skill necessary for driving the vehicle; however, this requirement shall not be a bar to driving practice by learner-drivers in conformity with domestic legislation.
5. Every driver shall at all times be able to control his vehicle or to guide his animals.

autonomous vehicle

- Junior(Stanford, DARPA Grand Challenge)
- Google's self driving car / Goofy
 - sensors, decision system(Intelligence), actuator



New technologies, New threats

- The technology which solves 10 in the problem of 100
- The technology which solves 90 in the problem of 100
- The technology which solves 100 in the problem of 100, but
arise new problem
- Once an accident has happened
 - liability, responsibility

ガバナンスの形成

ISOとは？

ISOとは

ISO(International Organization for Standardization)は、電気分野を除くあらゆる分野において、国際的に通用させる規格や標準類を制定するための国際機関として1947年に発足。

ISOの位置づけ

- ・全世界的な非政府機構(国際連合および関連のある国連機関および国連専門機関での諮問的地位)
- ・WTO/TBT協定による国家規格への引用

ISOとWTO(世界貿易機関)

TBT協定(貿易の技術的障害における協定)

- ・加盟国は、国内標準が国際基準と整合が取れるように確保すると共に、利用しうる妥当な措置をとる義務がある。(第2条4項、第4条1項、“適正実施基準”)
- ・加盟国は、既設または策定中の強制規格に関する国際標準の立案に対して、その能力の範囲内で十分の役割を果たす義務がある。(第2条6項)

政府調達協定

- ・加盟国は、政府調達に関し国際規格が存在するときは当該国際規格に基づいた仕様とする義務がある。(第6条2項)

ISO と IETFの比較

- 国単位による”投票” vs 個人単位による“議論”

ISO	IETF
Specification Oriented (まず仕様を決める)	Implementation Oriented (まず実装をする)
Hard Specification (仕様は変えずらい)	Soft Specification (仕様は変わっていく)
Quality of Service	Connectivity
Voting	Running Code & Rough Consensus

ISO/TC204におけるITSの国際標準化

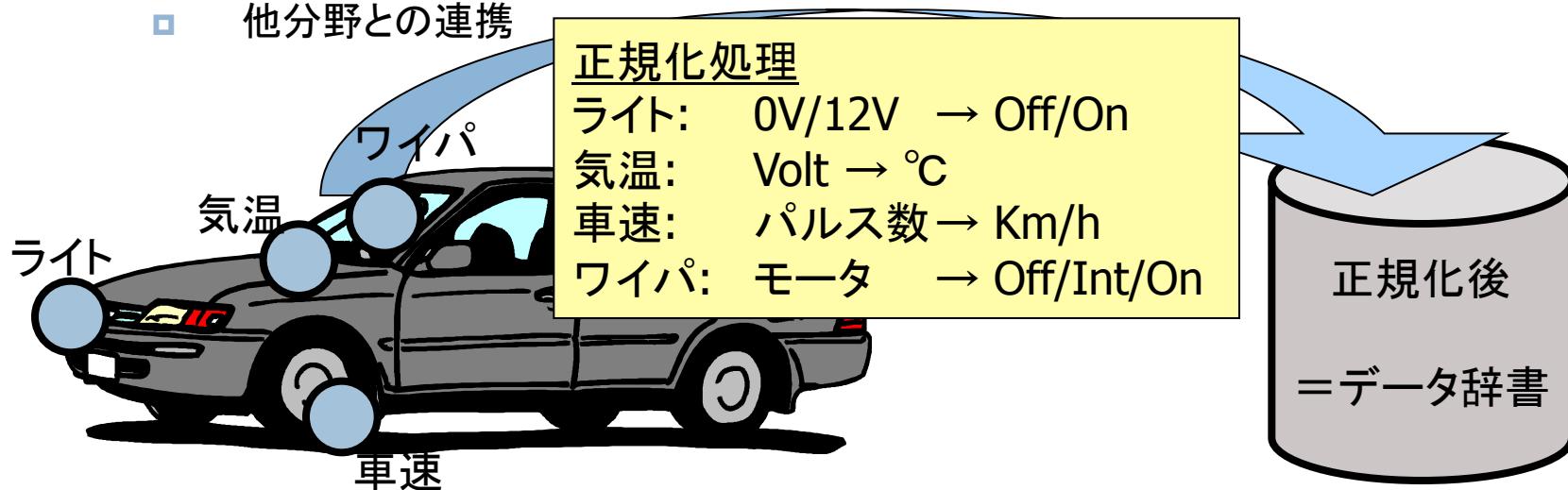
- ITSの国際標準化は、分野毎にTC(Technical Committee)で検討されている
 - 検討テーマによってはIEC/JTC1やITUとのリエゾンによりタスクが分けられている
 - ITSについては、1992年にISO/TC204 (Intelligent Transport Systems)が設置され、検討を実施。
- ISO/TC204は標準化分野ごとに、ワーキンググループを設置
 - プローブ情報システムの標準化は、戦略的にWG16で実施
 - 近年、WG17やWG18等のワークアイテムでプローブと重複する活動が盛んになってきている

ISO/TC204のWG一覧

WG	名称	引受国	国内引受け団体
1	システム機能構成分科会	英国	自動車走行電子技術協会
3	ITSデータベース技術分科会	日本	日本デジタル道路地図協会
4	車両自動認識/貨物自動認識分科会	ノルウェー	新交通管理システム協会
5	料金収受分科会	オランダ	道路新産業開発機構
7	商用運行車管理分科会	カナダ	道路保全技術センター
8	公共交通分科会	米国	国土技術研究センター
9	交通管理分科会	オランダ	新交通管理システム協会
10	旅行者情報分科会	ドイツ	新交通管理システム協会
11	新交通管理システム協会	空席	自動車技術会
14	走行制御分科会	日本	自動車技術会
15	狭域通信分科会	日本	日本電子機械工業会
16	広域通信分科会	米国	電子情報技術産業協会
17	ノーマティックデバイス	韓国	電子情報技術産業協会
18	ITS Cooperative System	(CEN)	道路新産業開発機構

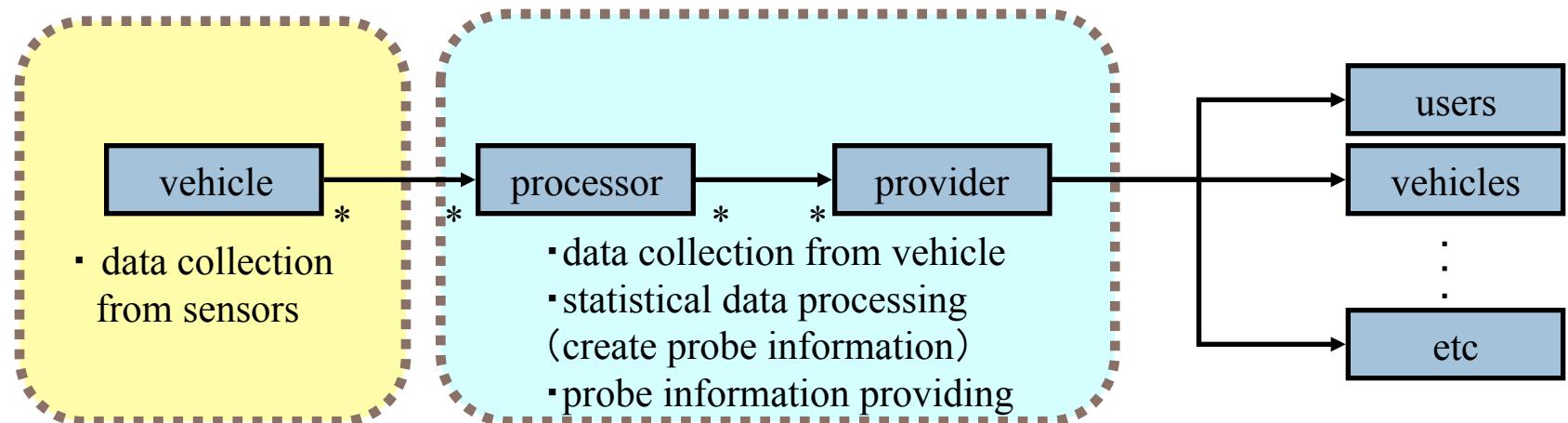
自動車データフォーマットの標準化

- 将来的なサービス拡張性の確保
 - 交通に特化しない多様なサービスの実現
 - サービス品質の向上・補完
- 構築コストの低減
 - 開発/生産コストの削減
 - 新規システム実現容易性
- 統一した通信基盤での利用の実現
 - 利便性の向上
 - 他分野との連携



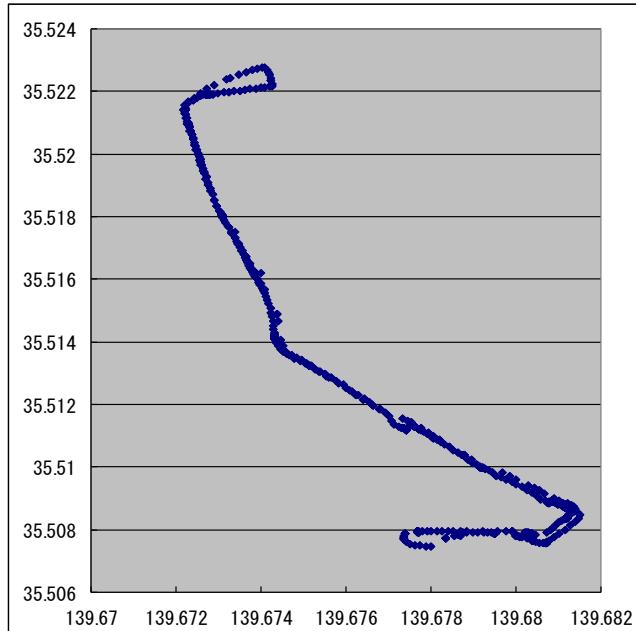
Vehicle Probe data (ISO IS22837)

- IS 22837 (ISO/TC204/WG16/SWG16.3)
 - プローブデータのフォーマットに関する規格
 - データアーキテクチャ、データエレメントに関する定義
- IS 22837では、**プローブ情報システムは個人情報を取り扱わない**
 - プローブデータは統計的な処理を施して価値ある情報を生成するものであり、個々の車の特定を“必ずしも”必要としていない



プローブデータと“個人”

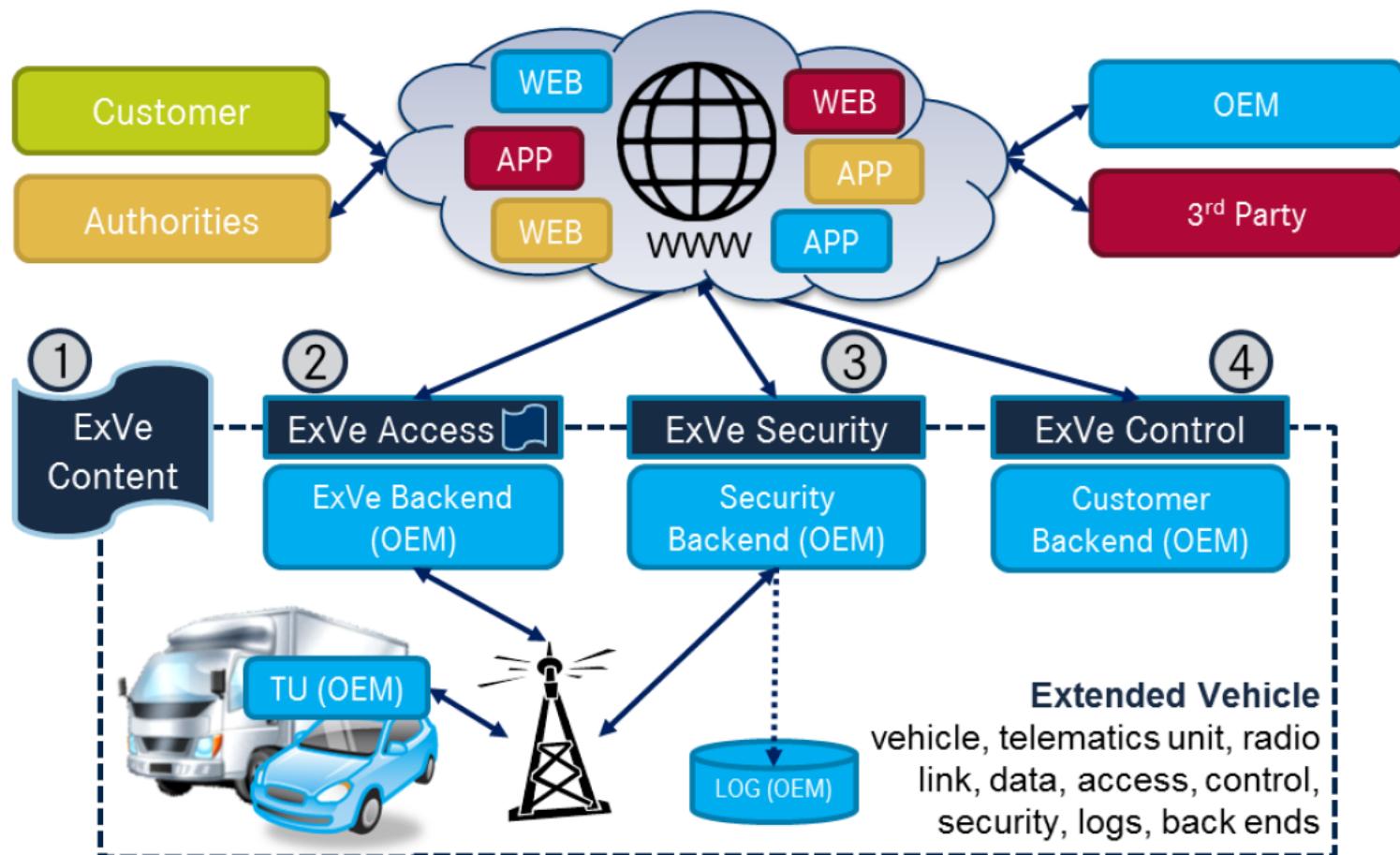
- プローブデータはその性質上、送信する自動車の“位置”と“時間”を含む
- プローブデータは、自動車が“どこに存在していたか”という情報
→ **個人情報となり得る**
 - 自動車は所有者と密接に繋がっている
 - 自動車の軌跡は所有者の行動履歴と重なる
- 個人情報保護の重要性
 - 自動車の所有者の不安を取り除く



International Standards

- **Vehicle Probe Data for Wide Area Communication (ISO22837:2009)**
- **Intelligent transport systems -- Basic principles for personal data protection in probe vehicle information services (ISO24100:2010)**
- **AWI 16461: Criteria for Privacy and Integrity protection in Probe Vehicle Information Systems**
- **Event Based Probe Data (TS 29284)**
- **Probe Data Reporting Management(TS 25114)**
- **AWI 19414 : Intelligent transport systems – Service Architecture of Probe Vehicle Systems**

Extended Vehicle : 概念



国際協調・標準化

□ 標準化活動

- WG16: Wide area communications/protocols and interfaces
 - Probe SWG: プローブ情報の標準化を担当
 - ISO 22837: プローブデータフォーマット
 - ISO 24100: プローブ情報システムにおける個人情報保護の基本原則
- WG18: Cooperative ITS
- TC204/TC22 JWG (V-ITS-SG)

- W3Cの動向: Automotive and web platform business group
- Japan-US-European UNION Probe data

□ オープンプラットフォーム化

- 自動車情報の“ビッグデータ化” → 多様なサービスの創出
- 秩序のあるオープンプラットフォーム化に向けた取り組み

□ プライバシ

- 自動車の走行履歴は所有者(ドライバー)の行動履歴と重なる
- 個人情報とパーソナルデータ
- プローブ情報における“匿名”とは何か？



**THANK YOU FOR
YOUR
KIND ATTENTION**