

# 自動車のIoT (Vehicle IoT)

## 「コネクテッドカー、人工知能、自動運転 の関係とセキュリティ」

December 13, 2016

インテル 政策・事業開発ディレクター 兼) 名古屋大学 客員准教授

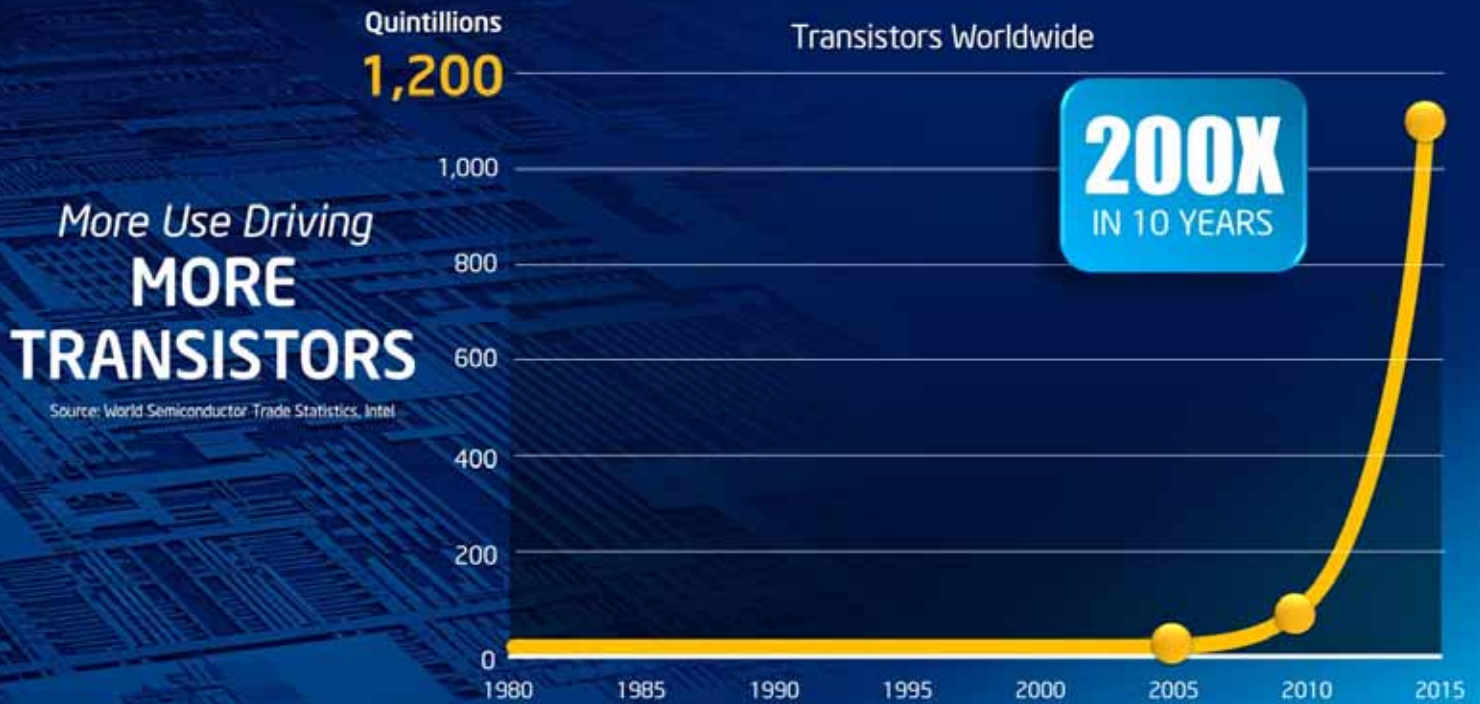
野辺 継男

Intel Confidential Do Not Forward

## アジェンダ

1. ICTは指数関数的に成長し、あらゆるレベルで脳の構造に近づく
2. 今後、シンギュラリティに向かい日々新しいソリューションが市場投入される
3. Vehicle IoTの発達と、ヒトの代わりにコンピューターが運転する自動運転
4. そこで必要となる堅牢なネットワークセキュリティやプライバシーを守る技術は他産業にも適用される
5. 今後の動向

## トランジスタ数の増大



## トランジスタ数の増大



# 大規模サーバ群による画像認識 (2012)

Google Official Blog

Insights from Googlers into our products, technology, and the Google culture



## Using large-scale brain simulations for machine learning and A.I.

Posted: Tuesday, June 26, 2012

+1 1,758

Tweet 400

Google+

You probably use [machine learning](#) technology dozens of times a day without knowing it—it's a way of training computers on real-world data, and it enables high-quality speech recognition, practical computer vision, email spam blocking and even self-driving cars. But it's far from perfect—you've probably chuckled at poorly transcribed text, a bad translation or a misidentified image. We believe machine learning could be far more accurate, and that smarter computers could make everyday tasks much easier. So our research team has been working on some new approaches to large-scale machine learning.

Today's machine learning technology takes significant work to adapt to new uses. For example, say we're trying to build a system that can distinguish between pictures of cars and motorcycles. In the standard machine learning approach, we first have to collect tens of thousands of pictures that have already been labeled as "car" or "motorcycle"—what we call labeled data—to train the system. But labeling takes a lot of work, and there's comparatively little labeled data out there.

Fortunately, recent research on [self-taught learning](#) (PDF) and [deep learning](#) suggests we might be able to rely instead on unlabeled data—such as random images fetched off the web or out of YouTube videos. These algorithms work by building artificial neural networks, which loosely simulate neuronal (i.e., the brain's) learning processes.

Neural networks are very computationally costly, so to date, most networks used in machine learning have used only 1 to 10 million connections. But we suspected that by training much larger networks, we might achieve significantly better accuracy. So we developed a distributed computing infrastructure for training large-scale neural networks. Then, we took an artificial neural network and spread the computation across 16,000 of our CPU cores (in our data centers), and trained models with more than 1 billion connections.

We then ran experiments that asked, informally, if we think of our neural network as simulating a very small-scale "newborn brain," and show it YouTube video for a week, what will it learn? Our hypothesis was that it would learn to recognize common objects in those videos. Indeed, to our amusement, one of our artificial neurons learned to respond strongly to pictures of... cats. Remember that this network had never been told what a cat was, nor was it given even a single image labeled as a cat. Instead, it "discovered" what a cat looked like by itself from only unlabeled YouTube stills. That's what we mean by self-taught learning.

- コンピュータに例えば、クルマとバイクを見分けさせるには、これまで数多の写真を見せて教え込んで実現した。
- これは途方もない作業量を要す。
- 代わりに我々は、16000個のCPUと10億以上のコネクションを持つ人工的神経ネットワークシステムを構築し、YouTubeからとったいろいろなものが映っている静止画をコンピュータに見せ、自己学習とDeep Learningのアルゴリズムを走らせた。
- すると、1週間後、システムは猫の顔に強く反応するようになった。

Intel

4

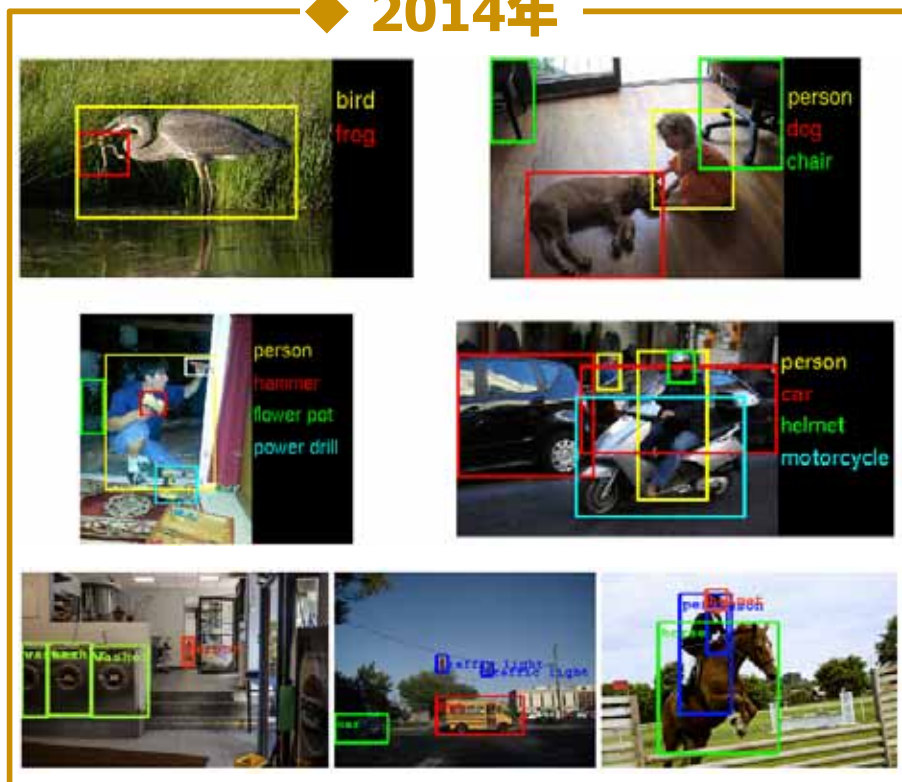
# Deep Learningによる画像認識の発展 (2012→14)

## ImageNet large-scale visual recognition challenge (ILSVRC)

### ◆ 2012年



### ◆ 2014年



Comparative stats

	FASCAL V3C 2012	ILSVRC 2014
Number of object classes	20	200
Training		
Num images	5717	439567
Num objects	13658	478817
Validation		
Num images	9823	20121
Num objects	13843	55502
Testing		
Num images	10891	40152
Num objects	—	—

Comparative statistics (on validation set)

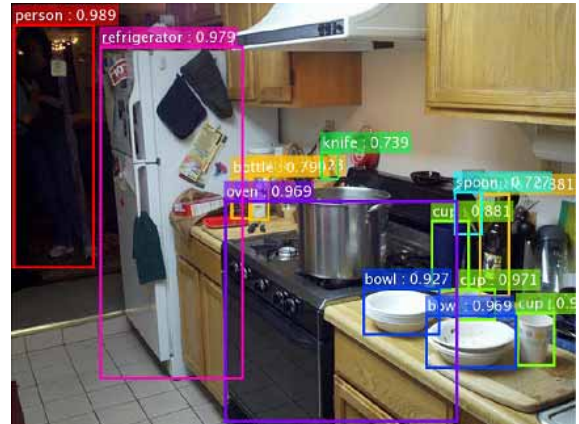
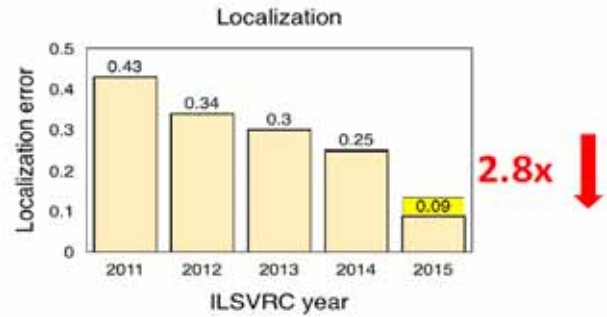
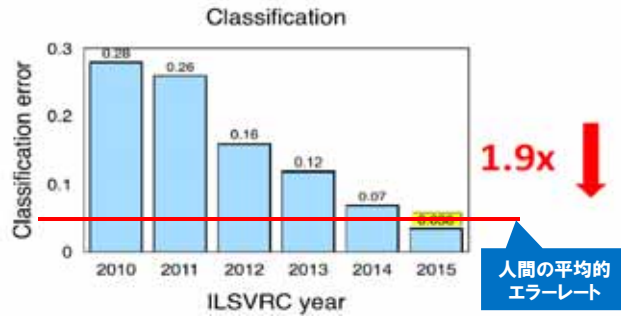
	FASCAL V3C 2012	ILSVRC 2014
Average image resolution	480x357 pixels	482x418 pixels
Average object classes per image	1.521	1.934
Average object instances per image	2.711	2.759
Average object scale (bounding box area as fraction of image area)	0.287	0.170

Intel

5

# Deep Learningによる画像認識の発展 (2015)

## Result in ILSVRC over the years



Microsoft  
Research



6

## 自動運転に利用し得るDeep Learningの大まかな種類

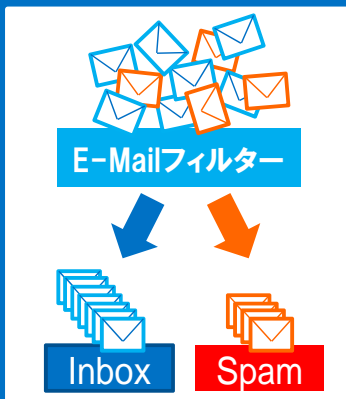
### 教師あり学習

### 分類

### 教師なし学習

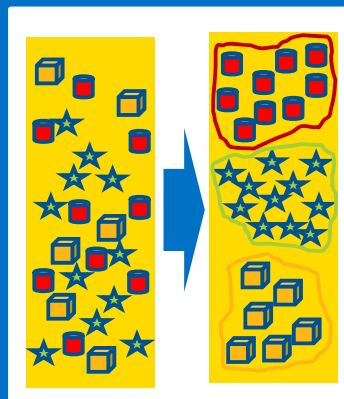
### 強化学習

「これを入れたらこれを出さない」といった例を与えて、入力データから出力を正しく予測させる。分類問題や回帰問題が典型的な例。



以前のデータから学び、新しいデータにラベルを付ける

入力データのみが与えられ、何等かの基準を設定してデータの背後にある分類構造を抽出する。クラスタリングが典型的な例。



未知のあるいは隠れたパターンを見つけ出す

ある環境の中で試行錯誤を行い、結果の報酬を最大化する様な行動のアルゴリズムを学習する。  
Deep Q-Learning



自ら学習する自動化エージェントを作り出す

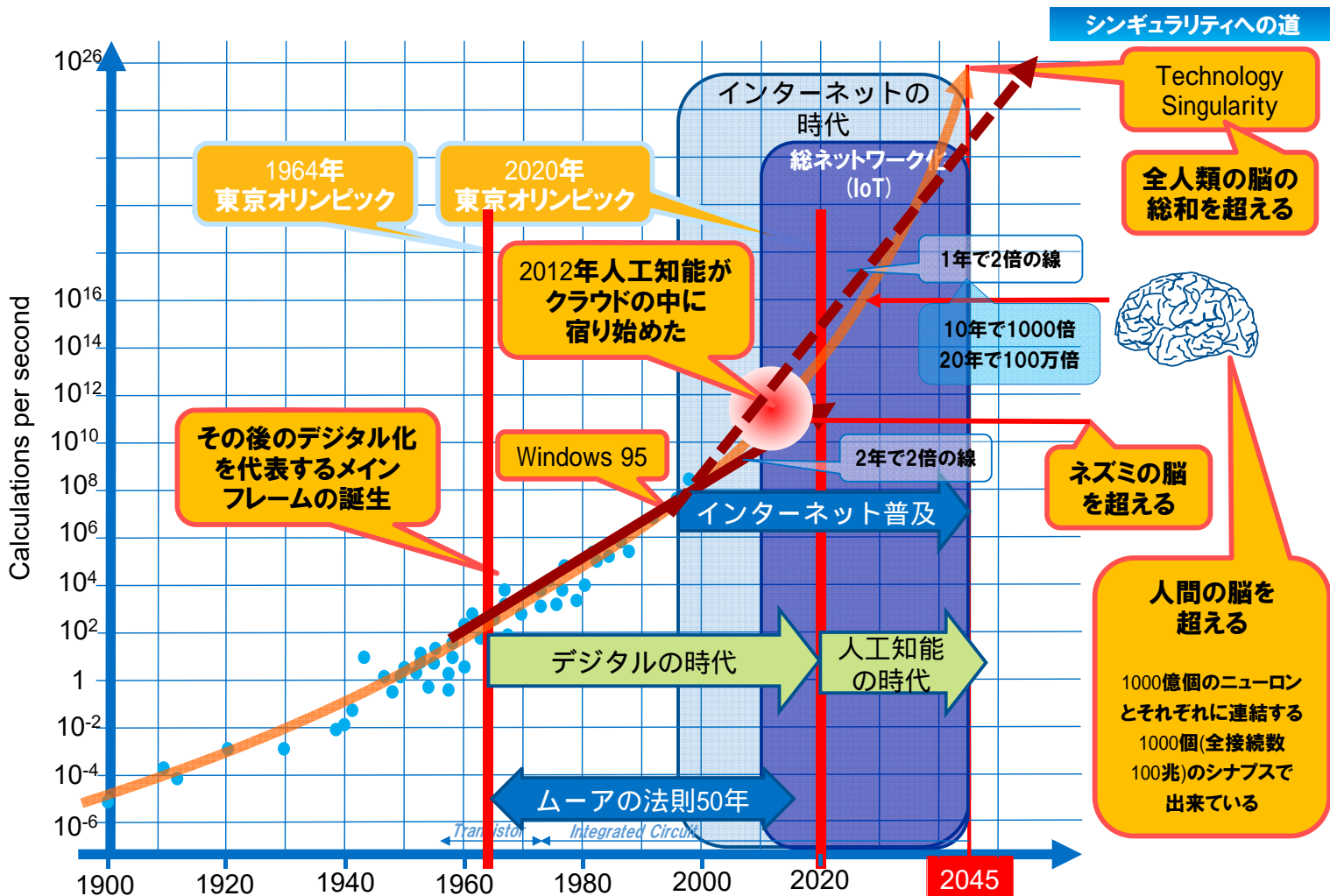


7

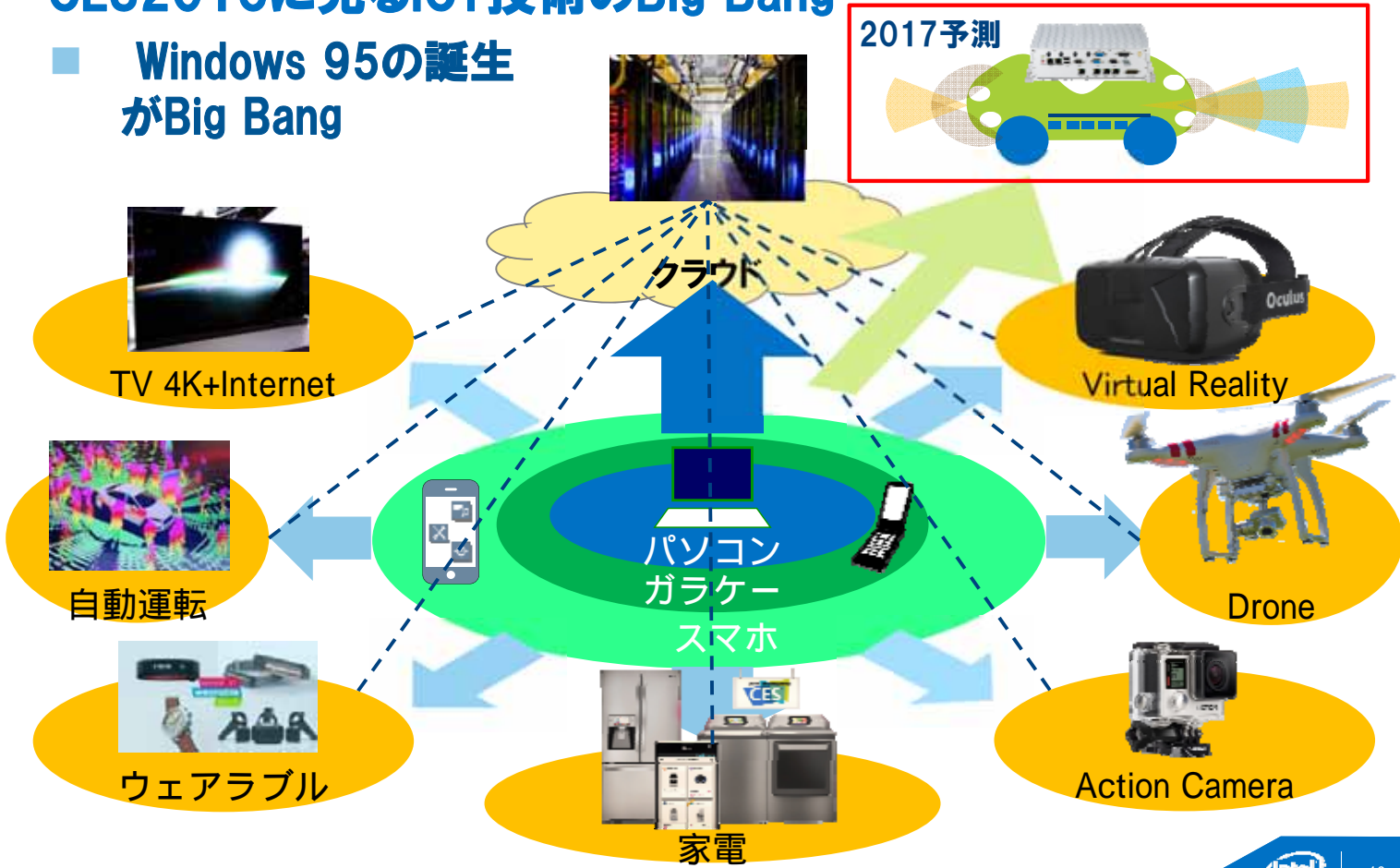
# アジェンダ

1. ICTは指数関数的に成長し、あらゆるレベルで脳の構造に近づく
2. 今後、シンギュラリティに向かい日々新しいソリューションが市場投入される
3. Vehicle IoTの発達と、ヒトの代わりにコンピューターが運転する自動運転
4. そこで必要となる堅牢なネットワークセキュリティやプライバシーを守る技術は他産業にも適用される
5. 今後の動向

8



## CES2016に見るICT技術のBig Bang

■ Windows 95の誕生  
がBig Bang

## アジェンダ

1. ICTは指数関数的に成長し、あらゆるレベルで脳の構造に近づく
2. 今後、シンギュラリティに向かい日々新しいソリューションが市場投入される
3. Vehicle IoTの発達と、ヒトの代わりにコンピューターが運転する自動運転
4. そこで必要となる堅牢なネットワークセキュリティやプライバシーを守る技術は他産業にも適用される
5. 今後の動向

2001-2003年

ISDN ⇒ ADSL  
ブロードバンド性よりも  
常時接続と  
ネットワークレイテンシー  
が重要

ネットワーク  
セキュリティ

ターゲット  
マーケティング

仮想通貨

SNS

人工知能

チャット

ビッグデータ

金融経済

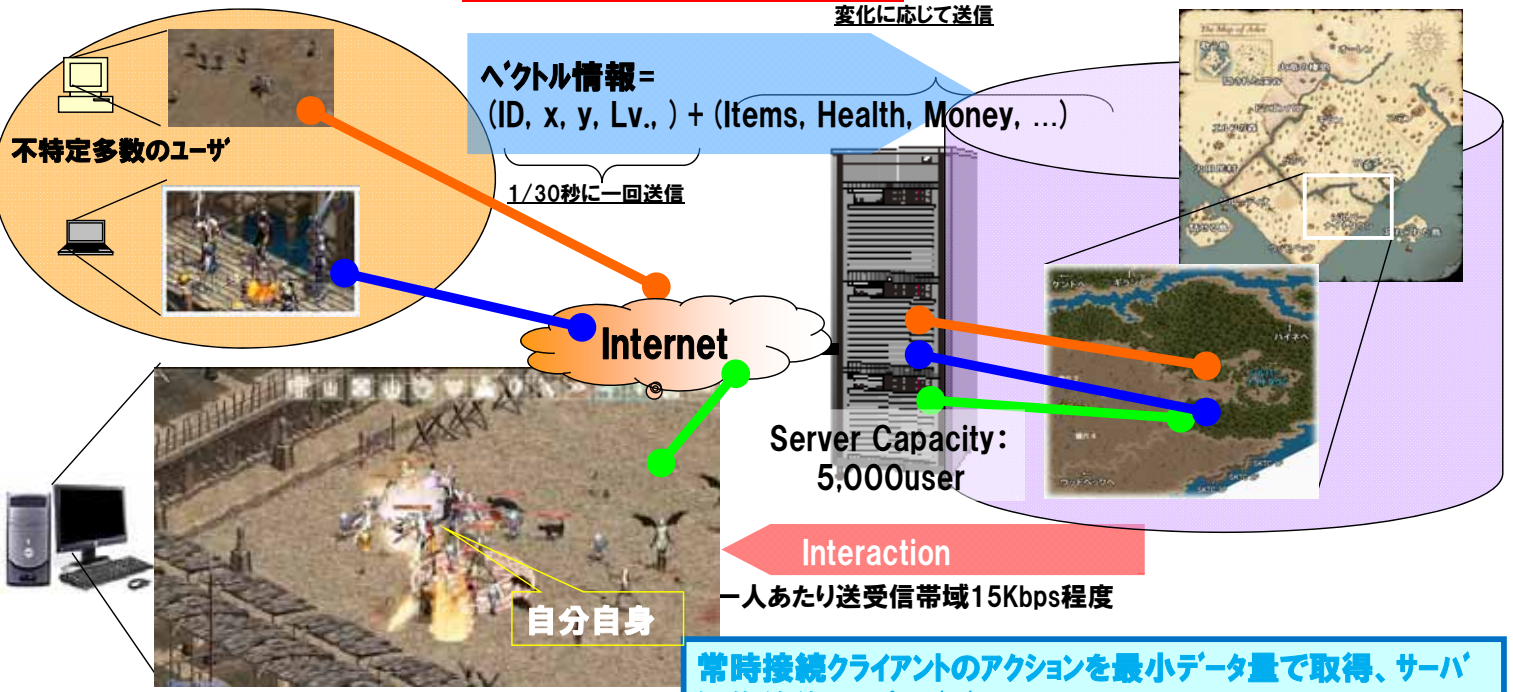


# オンラインゲーム(MMORPG)の技術的特徴

MMORPG: Massively Multi-client Online Role Playing Game

ユーザの介在自体がゲーム性を向上  
変化に応じて送信

サーバ上にマップデータベース



ベクトル情報=  
(ID, x, y, Lv., ) + (Items, Health, Money, ...)

1/30秒に一回送信

Internet

Server Capacity:  
5,000user

Interaction

一人あたり送受信帯域15Kbps程度

自分自身

CG機能はクライアント側に集約し  
ネットワーク負荷を最小限とする

常時接続クライアントのアクションを最小データ量で取得、サーバに集約後マップオブジェクト-クライアント間のインタラクションをデータベース処理して各クライアントに配信するシステム

# MMORPGのPCをクルマに置き換える

## ■ クルマがTwitterする？

データソースの構築にユーザー自身が参加

ベクトル情報 = 位置、速度、ABS稼働、ヘッドライト、雨量等各種状態

3G/4G Data Communication

Internet

よりダイナミックな最速ルートが導出 + 付加価値サービス、Safe & Security、VRM

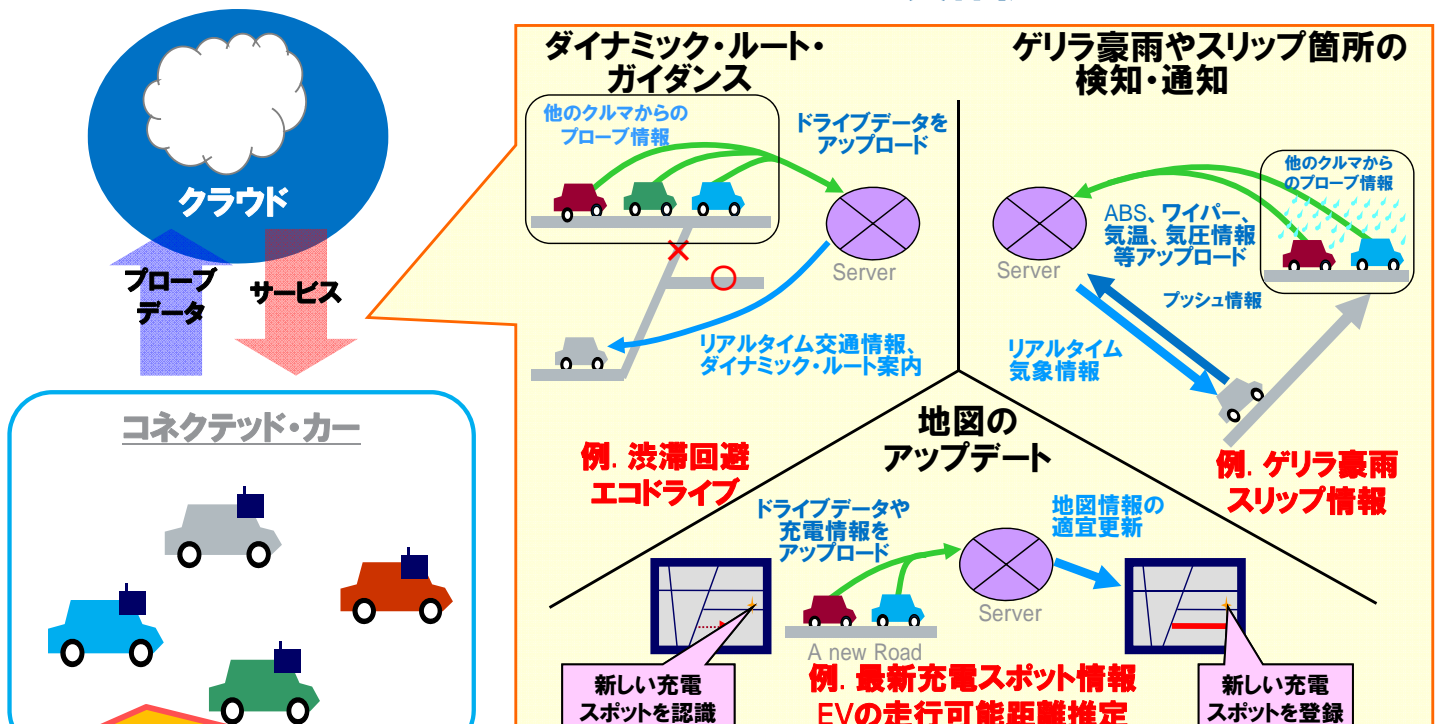
- 常時接続車の位置とクルマの各種状況を最小データ量で取得
- サーバにデータ集約後、統計分析を経て交通状況を予測
- 更には天候情報、レストラン情報、ガソリン相場等付加情報も地図上にデータ可視化してユーザーに再配信

車載ITのアーキテクチャをPC-ライクなものとし、Webサービスとして継続的なサービスアップグレードを行うことが必要



# Vehicle IoTの出現 (クルマのセンサーネットワーク化)

- 2004年頃から海外に先行して実現
- コネクテッド・カーとビッグデータ: これまでの具体例



2001年以降の第三代携帯通信(W-CDMA等)の国内市場浸透のオカゲ

実は海外でクルマ向けデータ通信が一般化するのには2007年以降 (比較的最近まで概ねS&S向けSMS通信)



# EV-IT: ICTによるEV支援



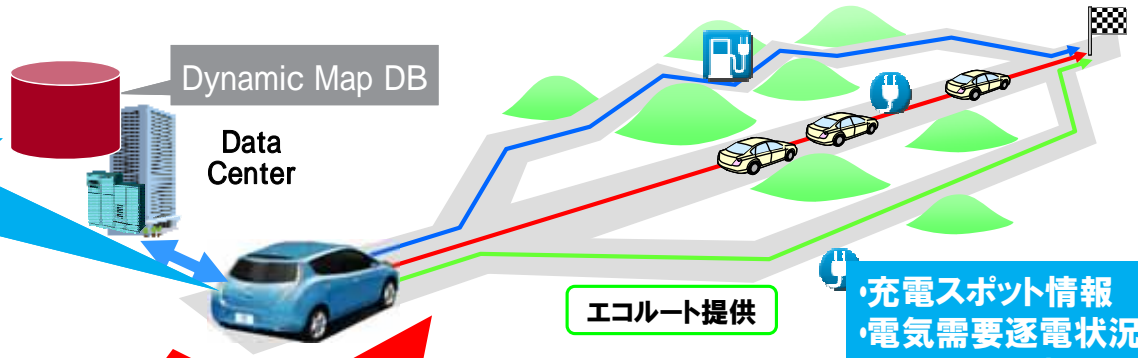
Best Innovation for Automotive and Transport

## EVが可能な限り遠くまで走れる道を案内

EV自ら取得したセンサーデータをDB化して利用

» Crowd Sourced Information

- ・ 充電情報
- ・ 渋滞情報
- ・ 規制速度
- ・ 勾配情報
- ・ 補機負荷
- ・ 路面状況



ナビゲーションの画面  
到達可能エリア表示

- ・ 充電スポット情報
- ・ 電気需要逐電状況
- ・ 太陽光発電状況
- ・ どこで誰が何時  
どのくらい  
電力が必要か

当時、CANからの  
データはリードオンリー



# Vehicle IoTからADAS、自動運転への発展

必要な情報を必要な時に、  
必要な場所に提供する

センサー群と  
コンピュータの協業

警告から自動化へ

コンテキストウェア  
(地図を参照しながら  
環境と走行状況を比較する)

前方車両に  
近づきすぎです

燃料残量が  
少なくなりました

コンビニに  
あれ、  
メニューはどこ?

悪いな

車運は  
大丈夫かな

自分  
大きいな

〈情報系〉  
親指だけで空調や  
オーディオの操作

〈走行系〉  
テアリングに反力を  
与えて注意喚起

# コンテキスト・アウェアの実装例

## ■ 必要な時に必要な情報を必要な場所に提示する



Daimler: 独で2013年の新型Sクラス、マイナーチェンジ後の新型Eクラスから順次導入



自動化で  
初めて  
CANにデータを  
インジェクション

# Vehicle IoTに必要なADASデータ

### クラウド 3D Map DB

#### 地図情報支援

- 信号の位置
- スピード制限
- 停止標識、停止線
- 急カーブ情報
- スロープ
- 車線減少
- 横断歩道
- 踏み切り
- スクールゾーン
- その他交通標識
- 工事情報
- 悪路/路面凍結
- ヒヤリハット情報
- 追い越し禁止区間
- 追い越し区間

三次元ADASマップ  
(ローカル/クラウド)

### 車載ICTでの情報処理

#### 高度運転支援

- 車線変更支援
- 車線逸脱警告
- 運転死角検知
- 追い越し支援
- 障害物検知
- 障害物動的予測
- カーブ進入速度警告
- カーブ進入速度低減
- 眠気・疲労検知
- 居眠り運転防止
- 縦列駐車支援
- 車庫入れ支援
- 交通標識認識
- ナイトビジョン
- 衝突回避進路決定

情報処理機能  
(概ねローカル)

### ECUの高度化

#### 基本安全支援 (アクティブ・セーフティ)

- 信号認識
- 可変クルーズコントロール
- 車線キープ
- 可変ヘッドライト
- 転覆回避・防止
- 横滑り防止
- タイヤ空転防止
- 前方衝突緩和ブレーキシステム
- タイヤパンク防止

ECUの機能 (ローカル)

#### ダイナミック情報

(エネルギー・マネジメント、経路・進路決定)

- 自車位置
- リアルタイム渋滞情報
- ゲリラ豪雨・洪水情報
- スリップ情報
- 予測型クルーズコントロール
- 白線劣化情報

予測 (クラウド)

この情報を地図データベース  
にアップデート

クルマがセンサーとなり  
プローブ・データとして  
サーバにアップロード

# 今後10-20年でクルマに起こる変革



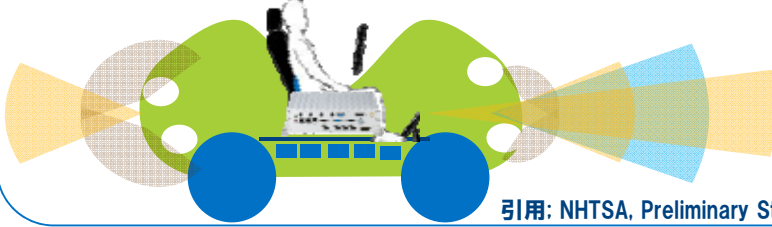
過去100年以上、クルマは「ヒトが運転し、ヒトが思った通りに走る」ように作ってきた



1970年以降、カーエレクトロニクス (ECUやセンサー、アクチュエータ等) が環境、安全、安心、快適を実現するため導入され始めた

## クルマが自ら運転する

Automated Driving System (SAE)  
Electronic Control System (NHTSA)



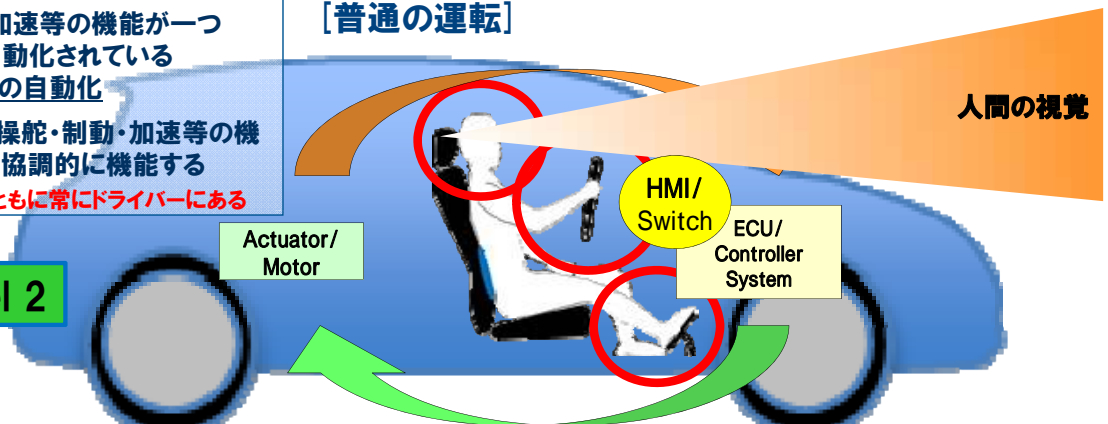
今後10-20年で、ヒトとクルマの関係がこれまでの100年間以上に変化する

引用: NHTSA, Preliminary Statement of Policy Concerning Automated Vehicles

- ◆ **Level 1: 特定機能の自動化**
  - 操舵、制動、加速等の機能が一つ以上独立に自動化されている
- ◆ **Level 2: 複合機能の自動化**
  - 自動化された操舵・制動・加速等の機能が二つ以上協調的に機能する
  - ・ 注意義務はLv1、Lv2ともに常にドライバーにある

[ 普通の運転 ]

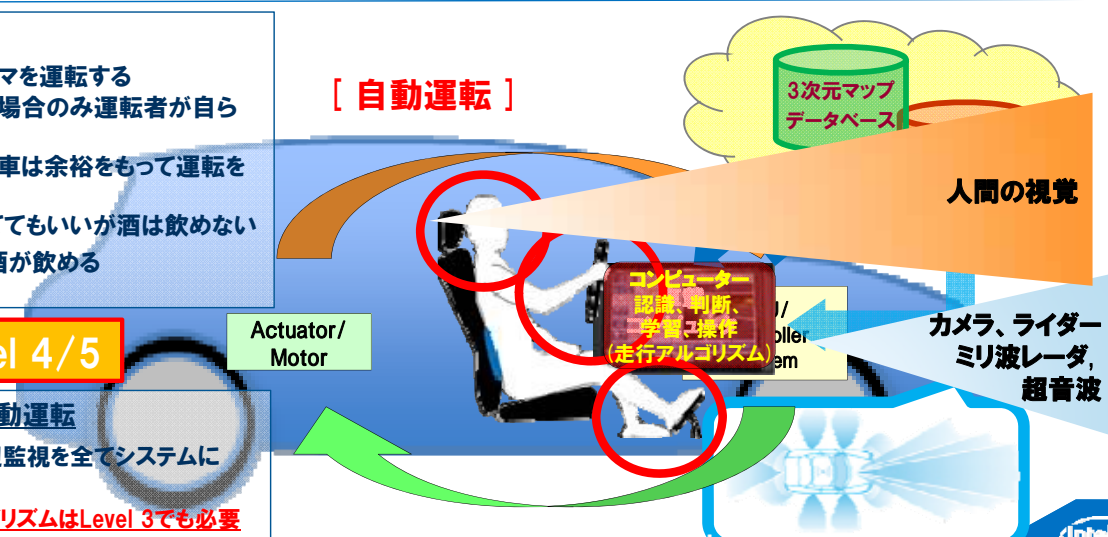
**Level 1**   **Level 2**



- ◆ **Level 3: 半自動運転**
  - コンピュータがクルマを運転する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。
  - その際、自動運転車は余裕をもって運転をドライバーに戻す。
  - 仕事をしたり、寝ててもいいが酒は飲めない
  - ✓ Level 4で初めて酒が飲める

[ 自動運転 ]

**Level 3**   **Level 4/5**



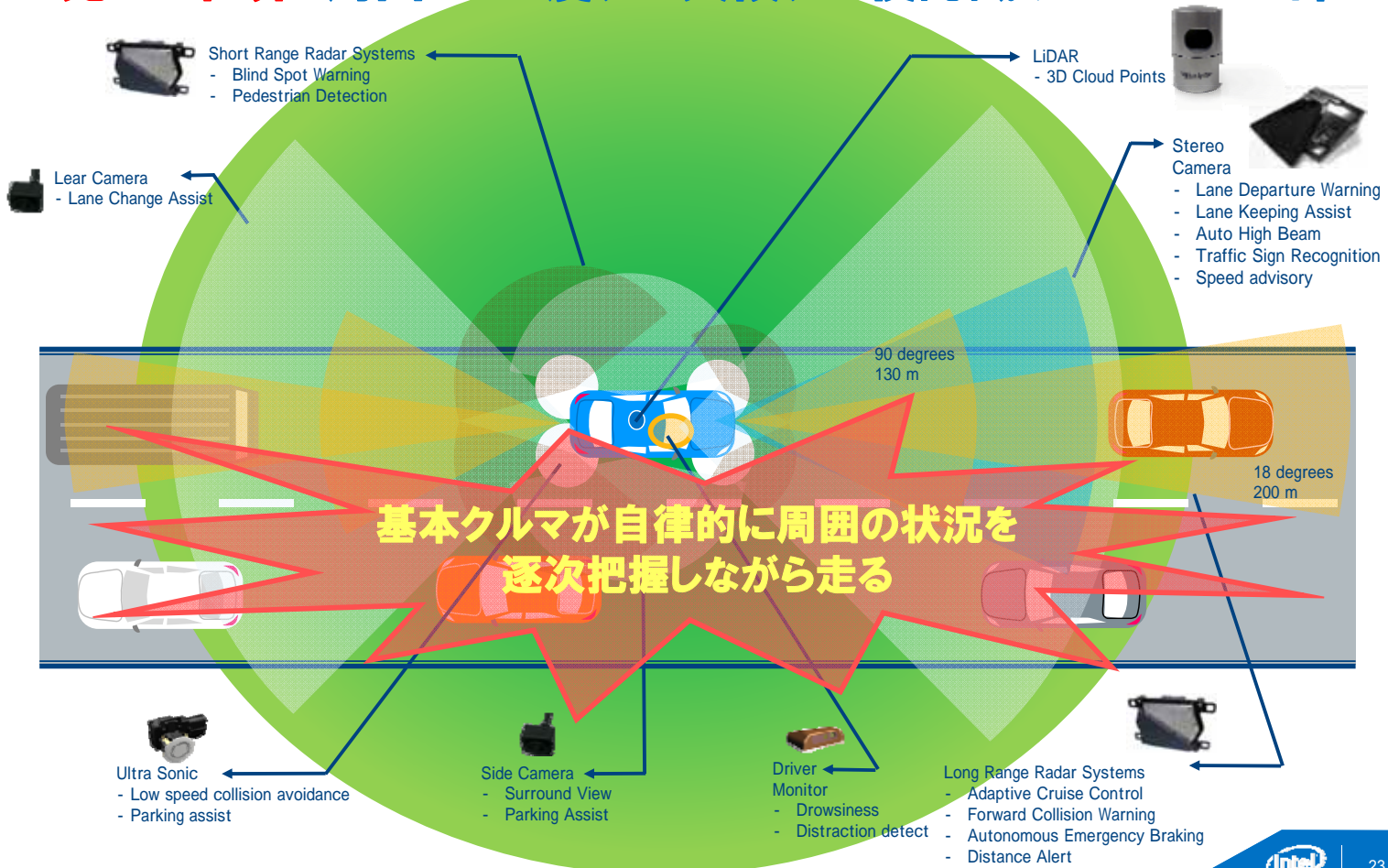
- ◆ **Level 4/5: 完全自動運転**
  - 運転制御、周辺監視を全てシステムにゆだねる。
  - ✓ Level 4のアルゴリズムはLevel 3でも必要

# 人間はどの様に環境を認識をしているのか？



直近の信号が赤だから、その前の停止線まで減速して止まる

## 見える世界: 周囲を360度、全天候、昼夜認識するセンサー群



# 見えない世界: 計画的(先読み)自動運転の重要性



そうした中、  
自動運転は  
どう開発されているか...

# 典型例: Bosch

## ■ 自動運転コンピュータ開発の為、テスラのモデルSを自動化

- テスラからの協力は全く得ていない。
  - 車体を制御するX-by-Wireインターフェイスは、公開されている情報と自らの分析で把握し自動運転を実現している。
- 本体に設置されている既存のモバイルアイのカメラや76GHzのレーダーを外し、自社のレーダーを装着。カメラも自社のステレオカメラを搭載。LiDARはIbeoのものを車体の4隅に装着。
- 後ろのトランクルームにタワー系のPC(写真の左側)とECUおよびセンサー系とのゲートウェイ(写真の右側)を搭載している。



# その他、OEM以外の自動運転開発

## ■ nuTonomy + NUS

National University of Singapore (NUS)とnuTonomy社が8月25日からNUS周辺で世界初の無人タクシーの試験運用を始めた。  
MMCのi-Mievベース



## ■ Google

**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.

**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.

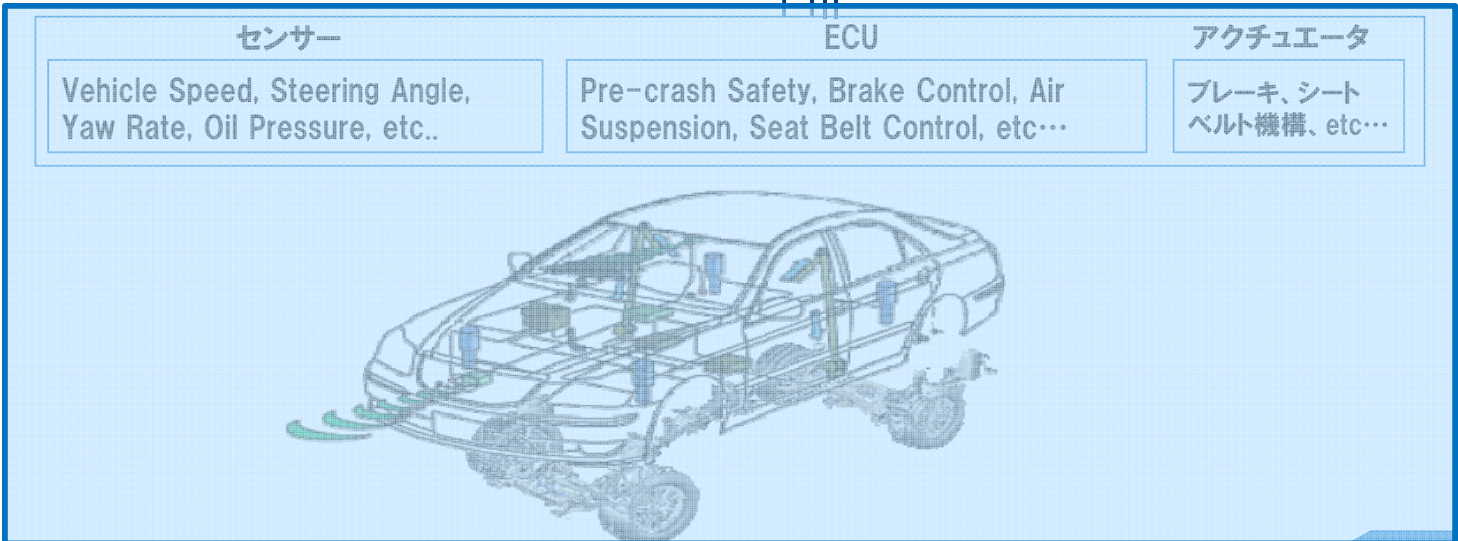
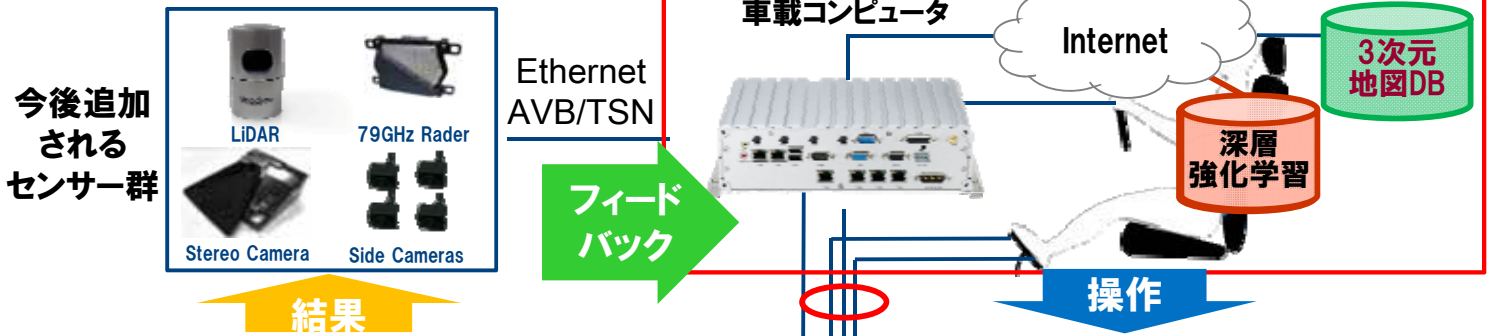
**POSITION ESTIMATOR**  
A sensor mounted on the left rear wheel measures small movements made by the car and helps to accurately locate its position on the map.



# 自動運転は・・・

ある意味  
積極的にクルマを  
ハッキングし続けて走る

## クルマとICTの分水嶺



# アジェンダ

1. ICTは指数関数的に成長し、あらゆるレベルで脳の構造に近づく
2. 今後、シンギュラリティに向かい日々新しいソリューションが市場投入される
3. Vehicle IoTの発達と、ヒトの代わりにコンピューターが運転する自動運転
4. **そこで必要となる堅牢なネットワークセキュリティやプライバシーを守る技術は他産業にも適用される**
5. 今後の動向

30

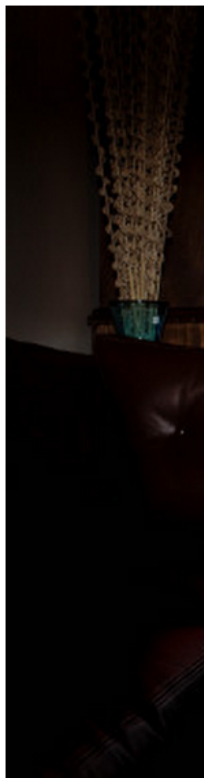
ネットワークセキュリティ

## Remote Exploitation of an Unaltered Passenger Vehicle

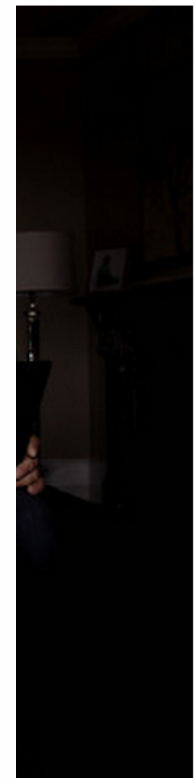
Dr. Charlie Miller ([cmiller@openrce.org](mailto:cmiller@openrce.org))

Chris Valasek ([cvalasek@gmail.com](mailto:cvalasek@gmail.com))

August 10, 2015



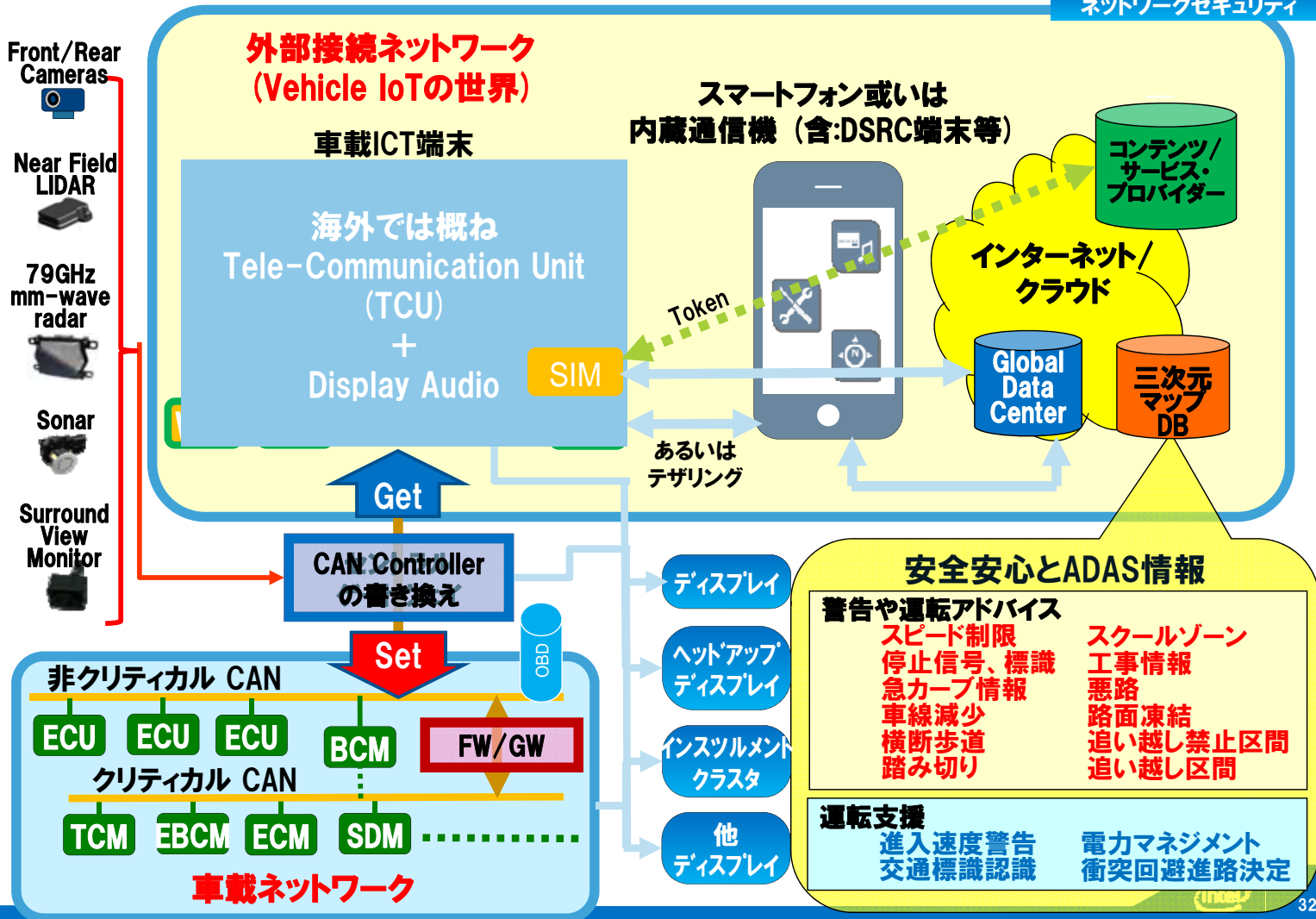
Charlie Miller (left):  
SUV on a highway



s I drove the

<http://illmatics.com/Remote%20Car%20Hacking.pdf>





32

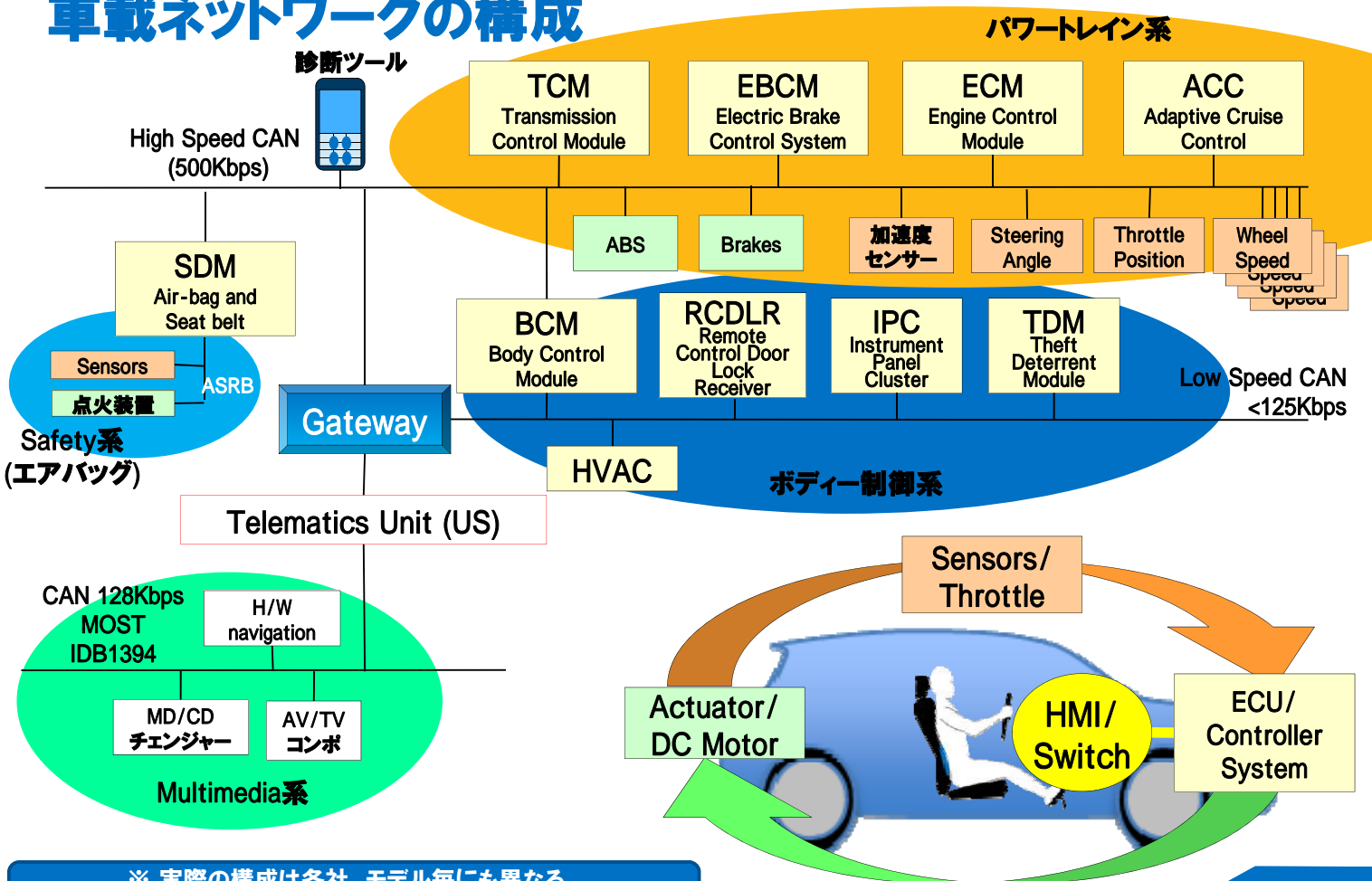
## Chryslerのリモート攻撃で実現したこと

- TCUをハッキングしてCANに“Known”なデータを流し込む
  - ハンドルの回転、エアコンの風設定、音楽を鳴らす、ホーンを鳴らす、ワイパーを回す、エンジンを停止する、画面の特定の写真を表示する、速度メータを自由に動かす、ブレーキの無効化。
  - CANに流れるデータを事前に解析してあるから可能！

### その後

Chryslerはport667を塞ぐパッチを作成  
VINを入れれば誰でもインターネットからダウンロードし  
USBからアップデートする事も可能とした  
しかし、同型のクルマのVINを第三者が知ることは容易

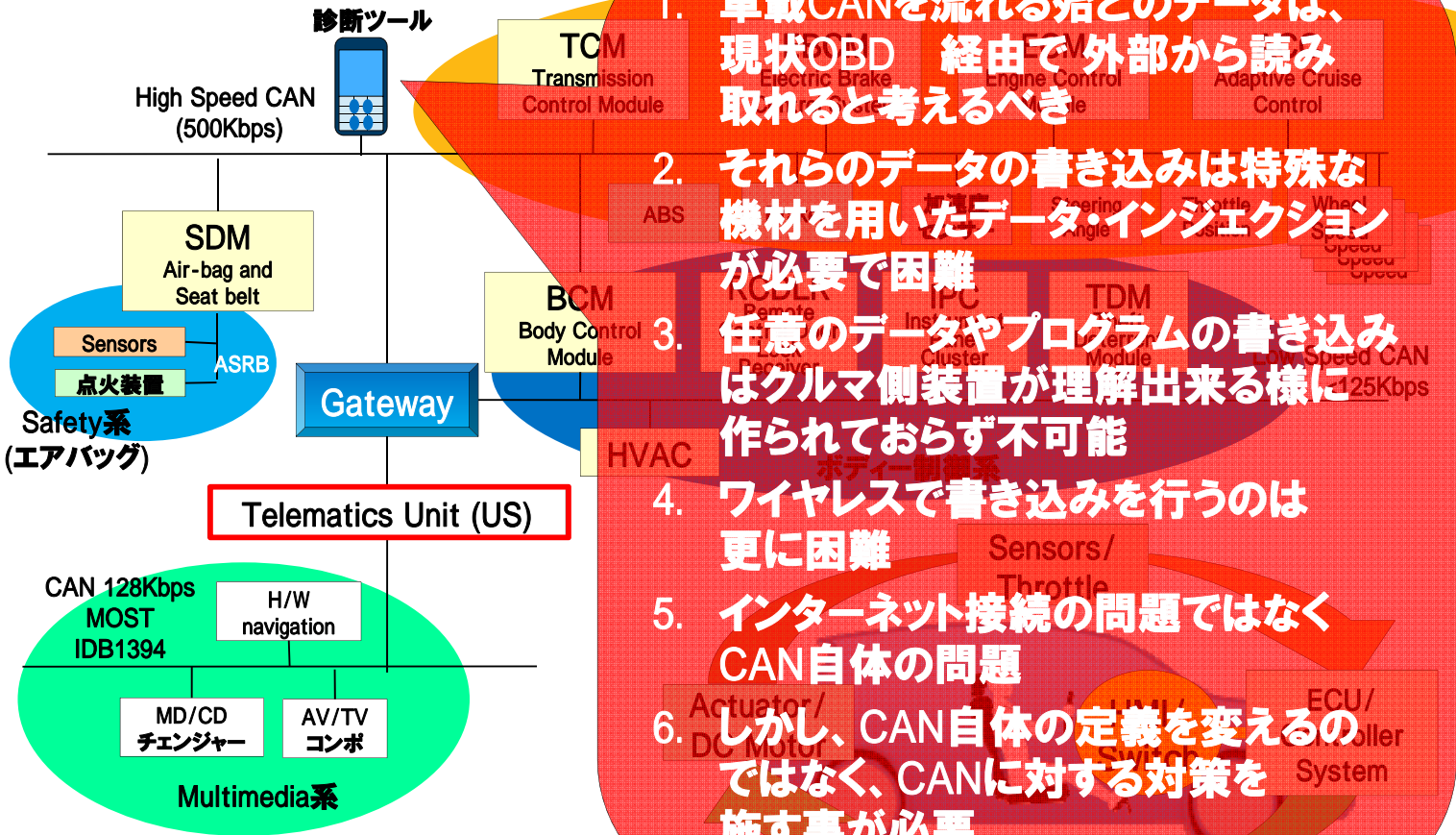
# 車載ネットワークの構成



※ 実際の構成は各社、モデル毎にも異なる。  
例えばKoscherの論文ではSDMはLow Speed CANに繋がっている

## ネットワークセキュリティ

# 車載ネットワークの構成



1. 車載CANを流れる殆どのデータは、現状OBD 経由で外部から読み取れると考えるべき
2. それらのデータの書き込みは特殊な機材を用いたデータインジェクションが必要で困難
3. 任意のデータやプログラムの書き込みはクルマ側装置が理解出来る様に作られておらず不可能
4. ワイヤレスで書き込みを行うのは更に困難
5. インターネット接続の問題ではなくCAN自体の問題
6. しかし、CAN自体の定義を変えるのではなく、CANに対する対策を施す事が必要

※ 実際の構成は各社、モデル毎にも異なる。  
例えばKoscherの論文ではSDMはLow Speed CANに繋がっている

# 既存のクルマの ネットワークセキュリティは・・・

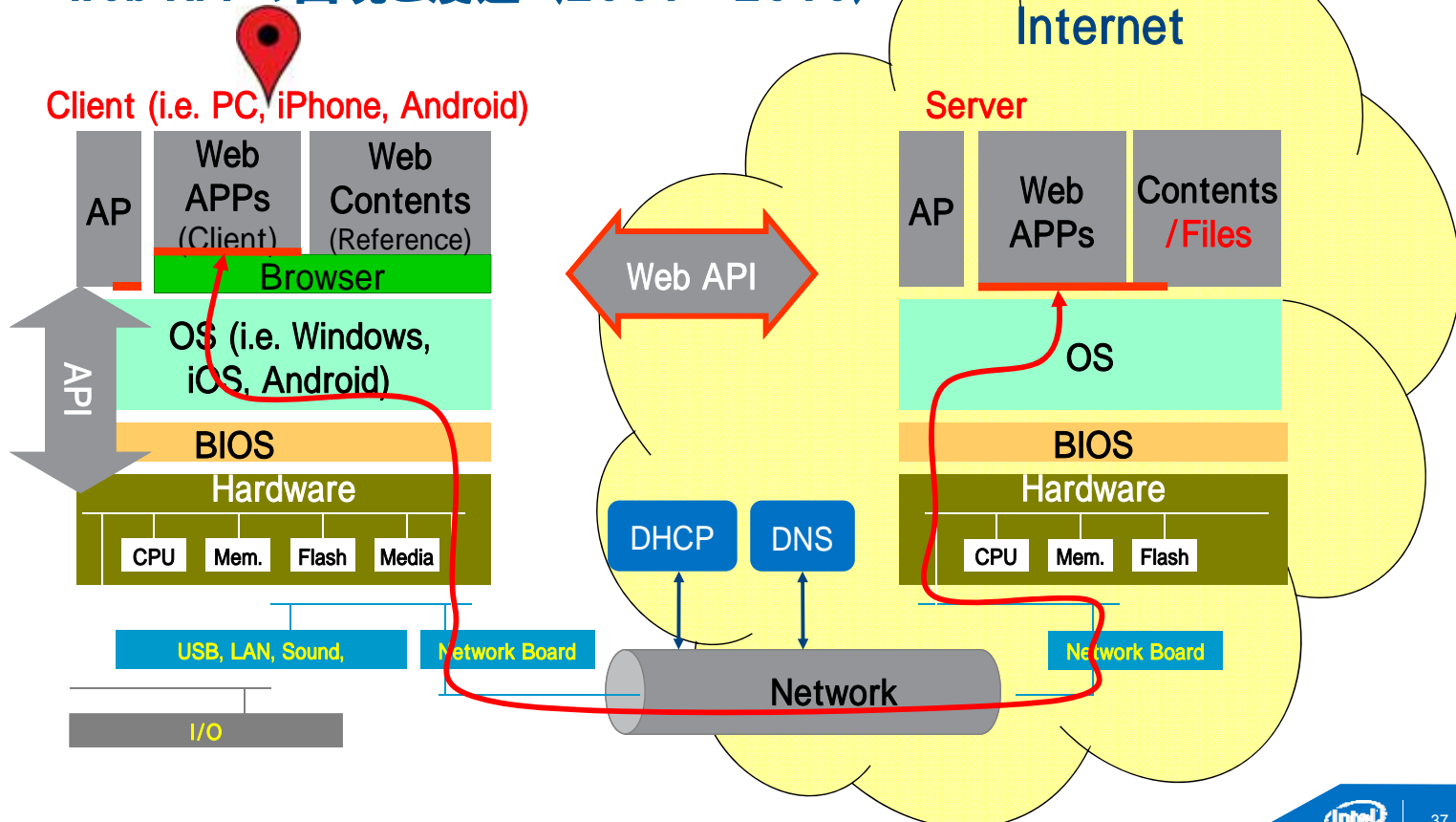
ICTのネットワークセキュリティ  
とは大きく異なる

36

ネットワークセキュリティ

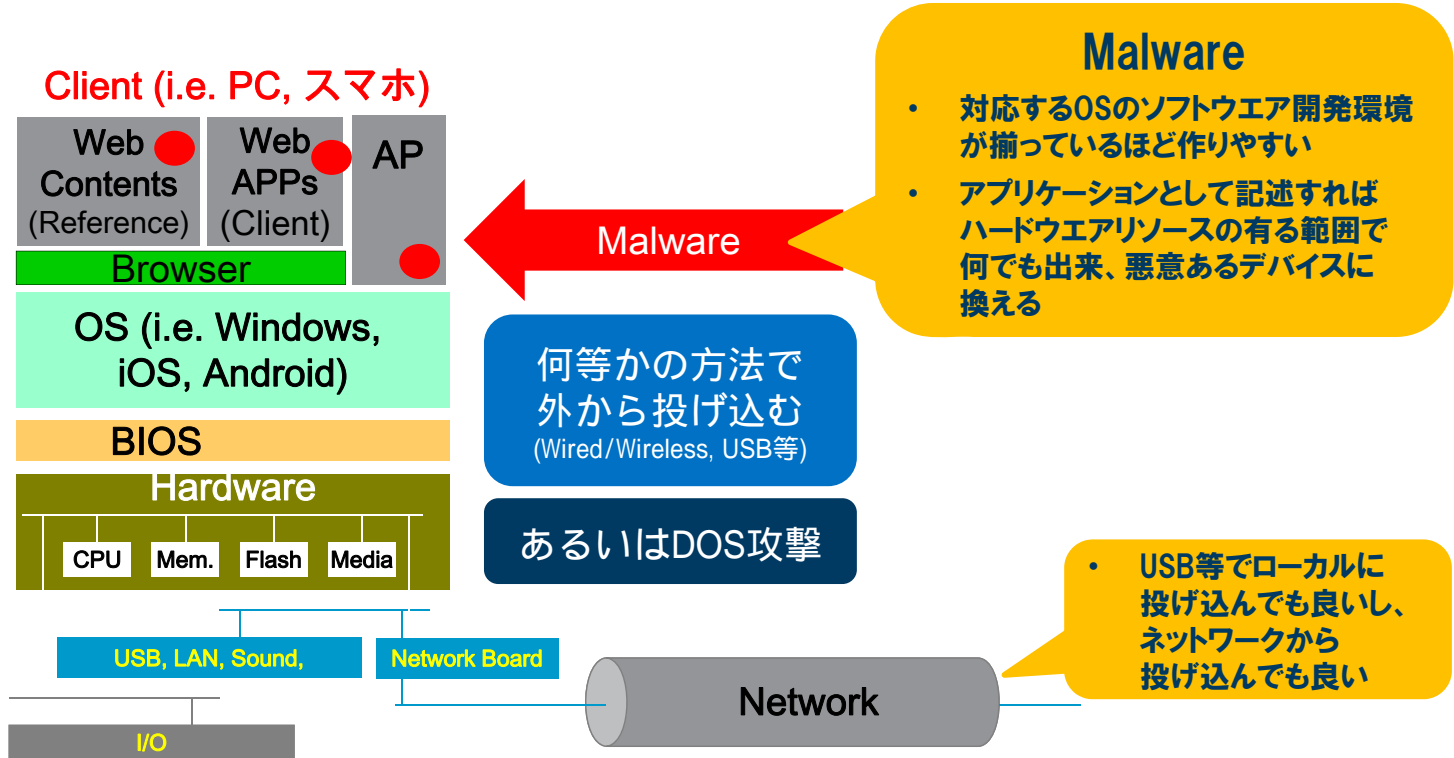
## ICTデバイスのネットワークセキュリティ

### Web API の出現と浸透 (2001~2010)

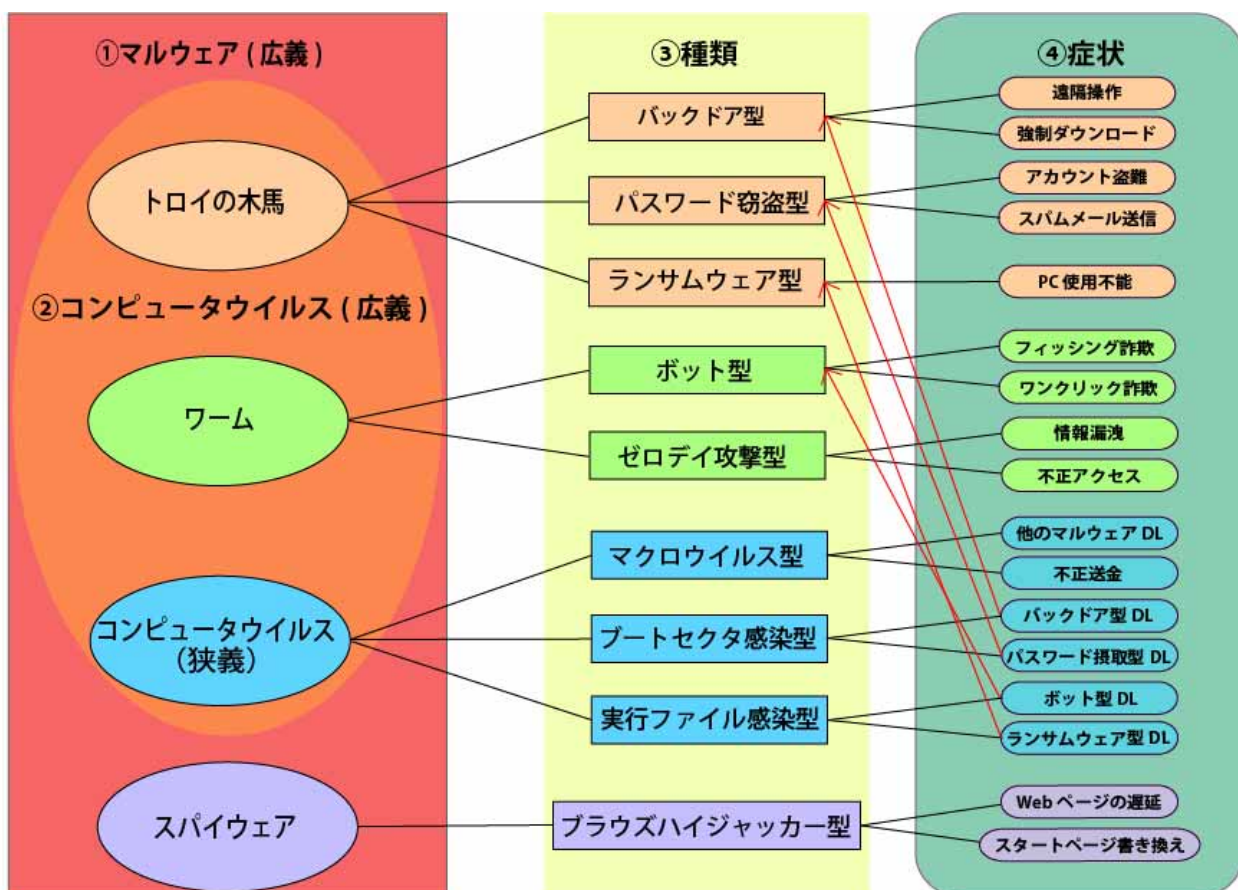


# ICTデバイスのネットワークセキュリティ

## ■ Web API の出現と浸透 (2001~2010)



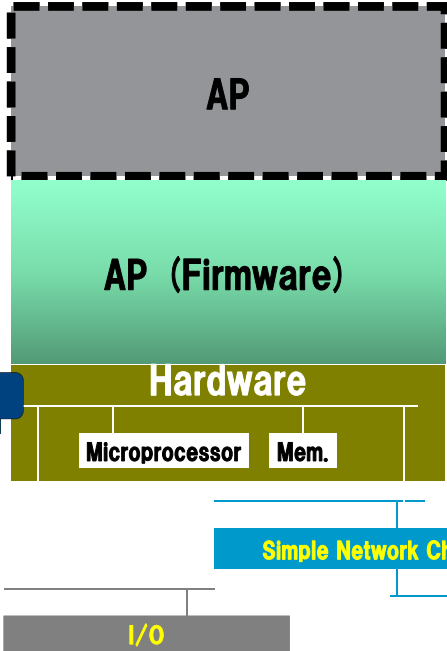
## Malwareはアプリケーションソフトである



# IoTデバイスのネットワークセキュリティ

## Web API の出現と浸透 (2001~2010)

IoTデバイス (防犯カメラ等)



**Malware**

- Malwareを作れたとしてもアプリケーションの外部からの書き換えは困難
- 部品交換等の物理的手段が必要

**Malware ?**

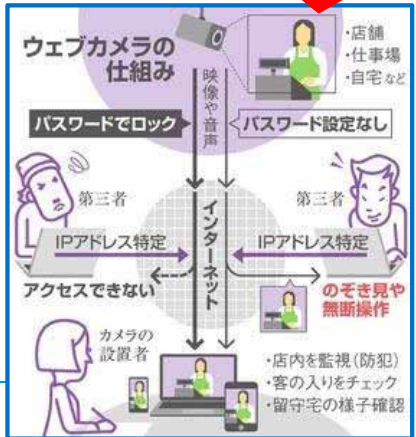
概ね何を投げ込んでもUnknownなものにはエラーメッセージを返す

あるいはDOS攻撃

管理されていないIoTデバイスが、ID/PWの設定変更なしで利用され容易に覗かれている

- ✓ 使用しない時はオフにする
- ✓ Telnet port 23は使わない

今後はFirmware Updateの方法考える



朝日新聞:「ウェブカメラ、ネットで丸見え3割 パスワード設定せず」

# Vehicle IoTに必要なADASデータ

クラウド 3D Map DB

車載ICTでの情報処理

ECUの高度化

地図情報支援

- 信号の位置
- スピード制限
- 停止標識、停止線
- 急カーブ情報
- スロープ
- 車線減少
- 横断歩道
- 踏み切り
- スクールゾーン
- その他交通標識
- 工事情報
- 悪路/路面凍結
- ヒヤリハット情報
- 追い越し禁止区間
- 追い越し区間

三次元ADASマップ (ローカル/クラウド)

高度運転支援

- 車線変更支援
- 車線逸脱警告
- 運転死角検知
- 追い越し支援
- 障害物検知
- 障害物動的予測
- カーブ進入速度警告
- カーブ進入速度低減
- 眠気・疲労検知
- 居眠り運転防止
- 縦列駐車支援
- 車庫入れ支援
- 交通標識認識
- ナイトビジョン
- 衝突回避進路決定

情報処理機能 (概ねローカル)

基本安全支援 (アクティブ・セーフティ)

- 信号認識
- 可変クルーズコントロール
- 車線キープ
- 可変ヘッドライト
- 転覆回避・防止
- 横滑り防止
- タイヤ空転防止
- 前方衝突緩和ブレーキシステム
- タイヤパンク防止

ECUの機能 (ローカル)

ダイナミック情報

(エネルギー・マネジメント、経路・進路決定)

- 自車位置
- リアルタイム渋滞情報
- ゲリラ豪雨・洪水情報
- スリップ情報
- 予測型クルーズコントロール
- 白線劣化情報

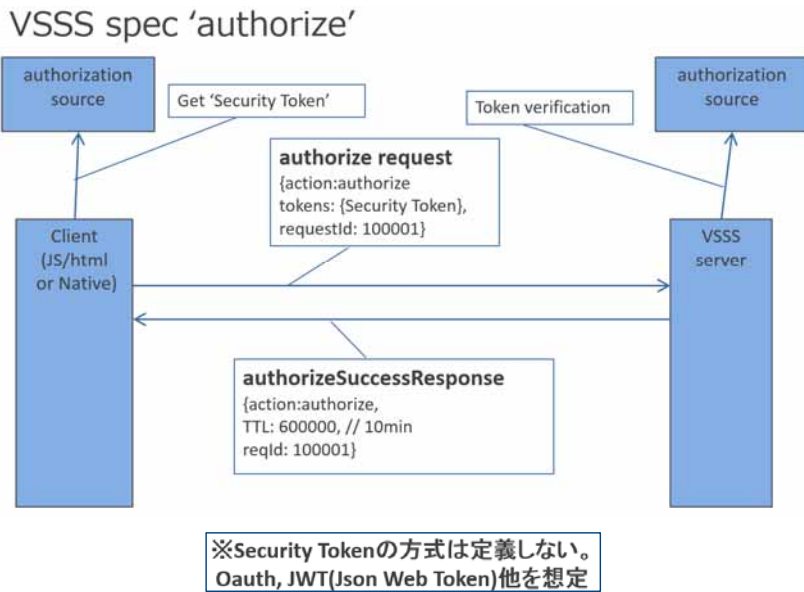
予測 (クラウド)

この情報を地図データベースにアップデート

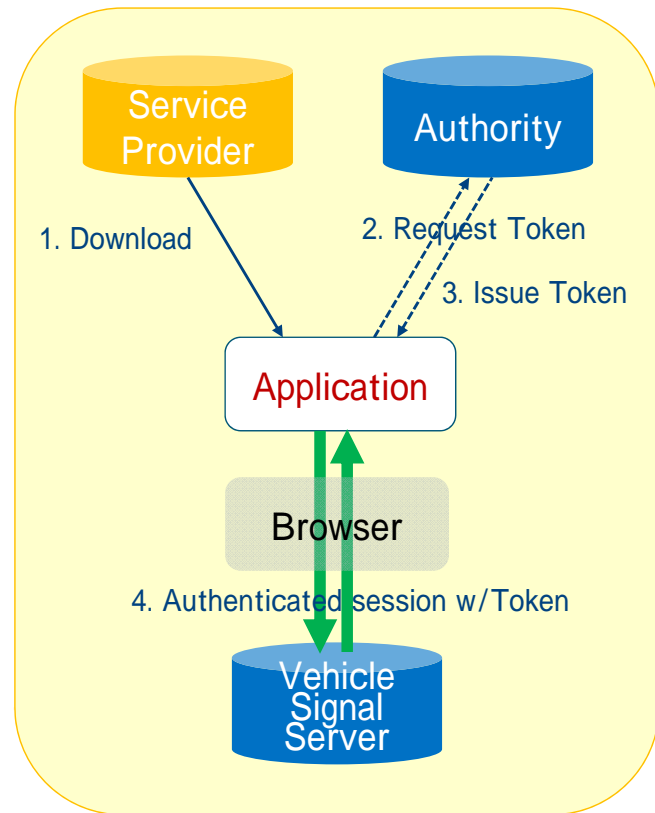
クルマがセンサーとなりプローブ・データとしてサーバにアップロード

# Webとクルマの動向 (検討中)

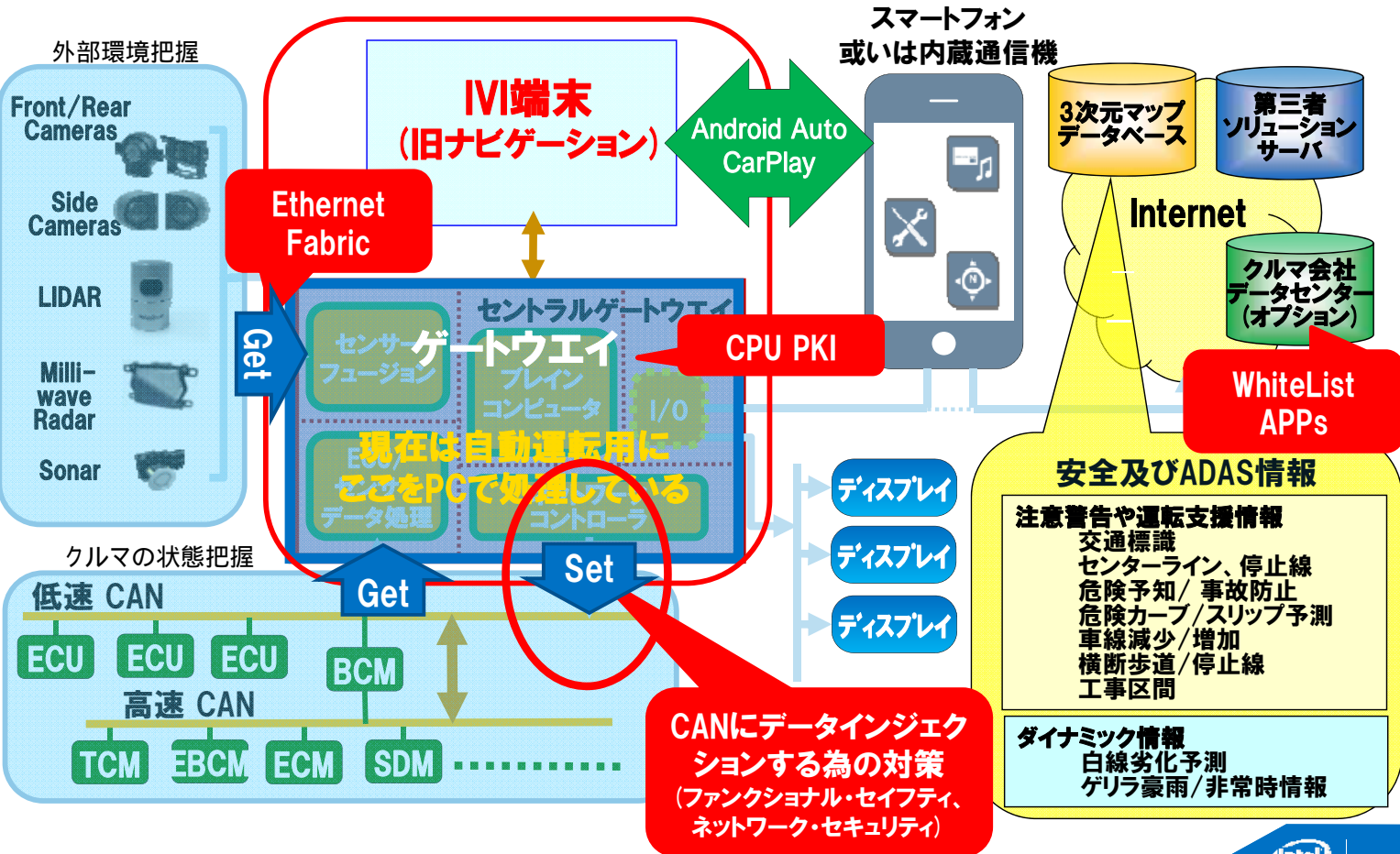
## W3C Webとクルマの作業部会



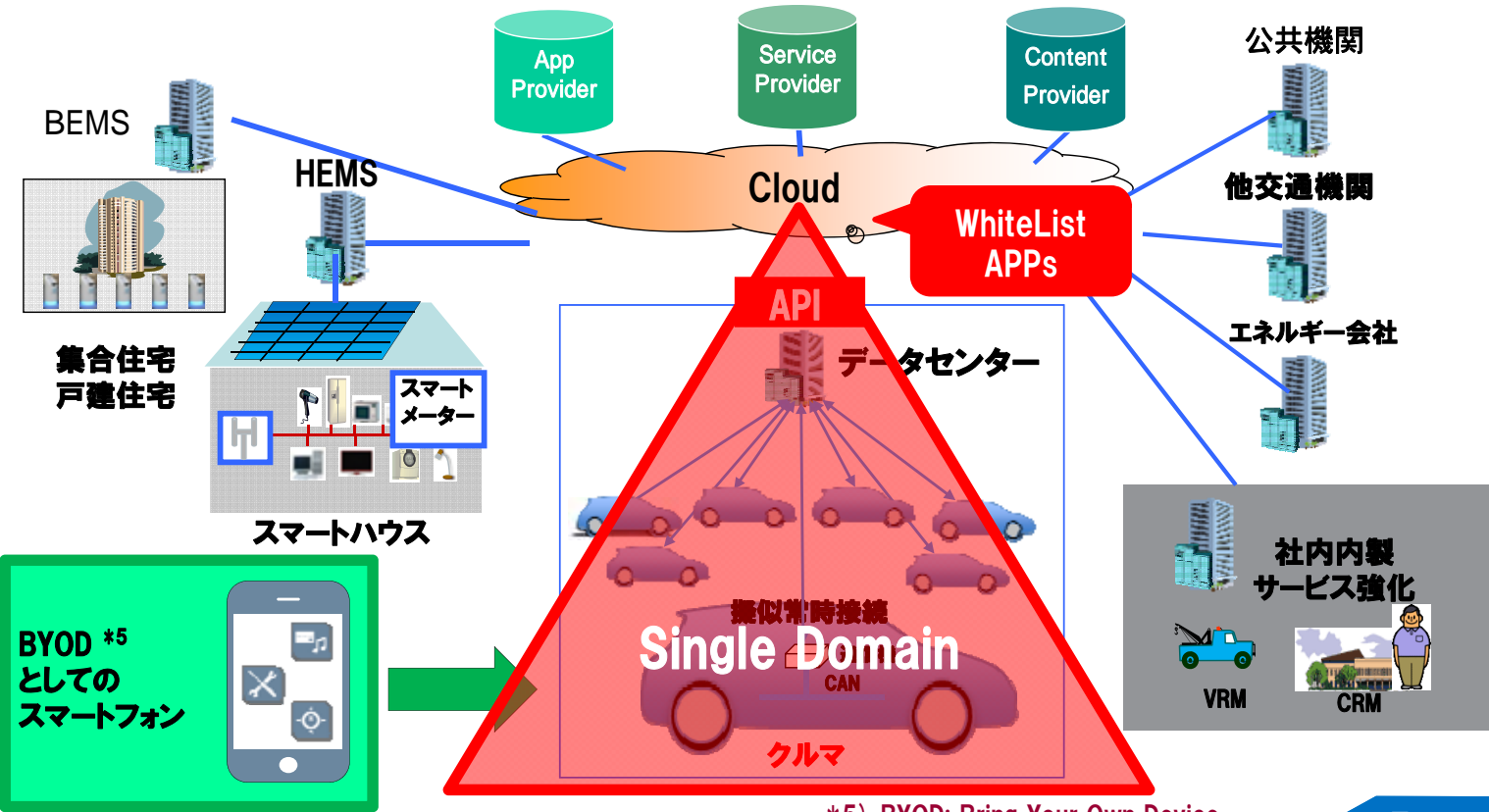
ACCESS



# サイバーセキュリティ対策



# 外部サービス・プロバイダーとの接続 ■ 即ち、サーバー側の有り方

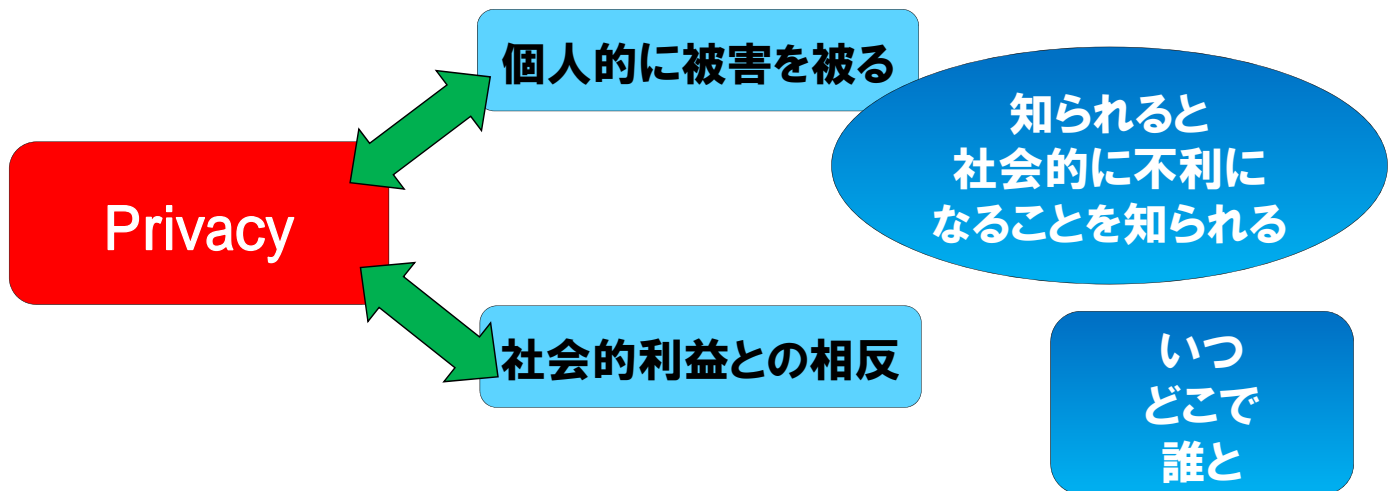


\*5) BYOD: Bring Your Own Device



# クルマの情報処理とプライバシーの関係に対する考察

## ■ 公正情報実践原則



1. 記録システムの存在は秘密にされてはならない
2. 個人は「自分についてのどのような情報が記録にあり、それがどのように利用されているかを見つける」ことができないと見なければならない
3. 個人は「自分についての同定可能な情報の記録を訂正もしくは修正」できないと見なければならない



# プライバシーに対する考察

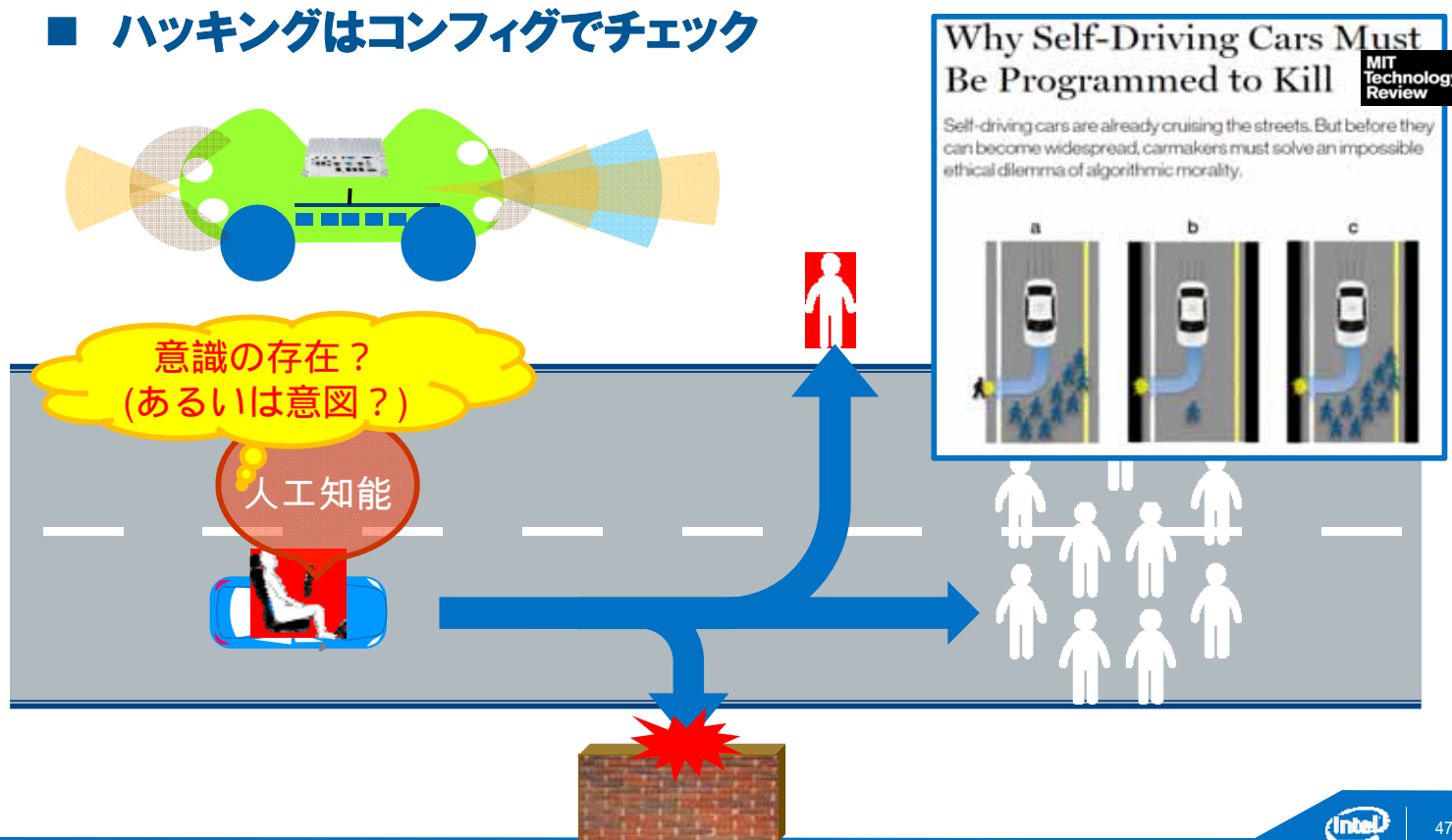
## ■ クルマ会社の行うべき事は「通信の機密性の保障」に近い

✓ ネットワークセキュリティ技術で管理



## 課題: 自動運転車は人を殺す様にプログラム可能だが、、

- 自動運転車に載る人工知能に現状は意識はない
- ハッキングはコンフィグでチェック





# アジェンダ

1. ICTは指数関数的に成長し、あらゆるレベルで脳の構造に近づく
2. 今後、シンギュラリティに向かい日々新しいソリューションが市場投入される
3. Vehicle IoTの発達と、ヒトの代わりにコンピューターが運転する自動運転
4. そこで必要となる堅牢なネットワークセキュリティやプライバシーを守る技術は他産業にも適用される
5. 今後の動向

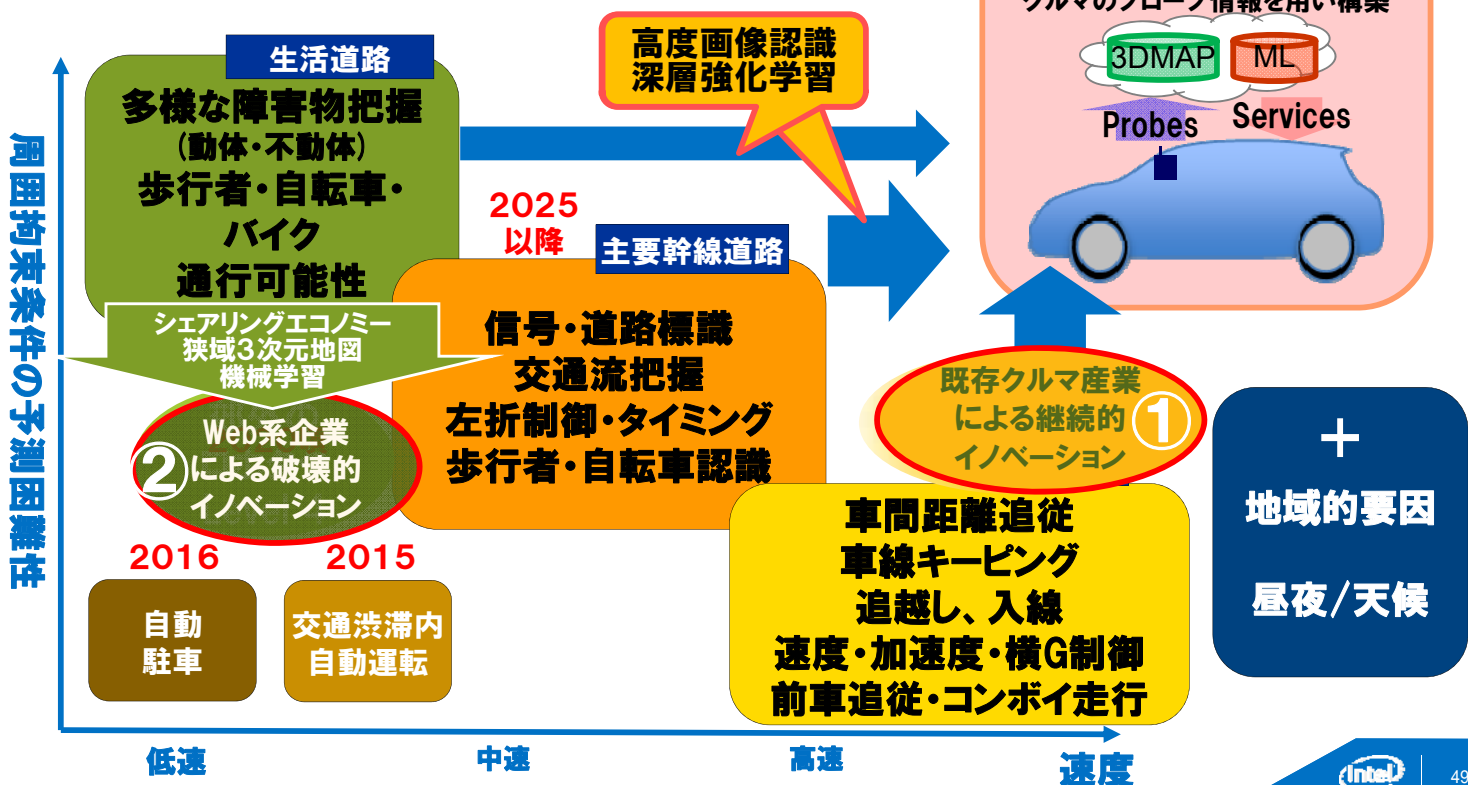
48

今後の動向

## 自動運転を拘束条件と速度で分類

### Operational Design Domain (ODD)

- Roadway Type, Speed and Constraints



# ① 高速・主要幹線道路型レベル3

## ■ 長距離高速移動

- 自家用車、大型トラック・バス
- 既存OEMの「持続的イノベーション」
- 課題はHuman Driverの複雑性



## Audiのブランド戦略とデジタルビジネスの担当VP

「20年以内に自動運転が出張のフライトやビジネスホテルの事業に終止符を打つ」

いずれクルマが完全に自動運転になり、事故がなくなるとすれば、ホテルを借りずに出張の行き帰りや会議の合間に車内で仕事をしたり、寝たりすることが出来て、クルマで行くという発想が優位に立つ。

- 内装はドライブモードと寝室モードが切り替わる
- 現在の高速道路上のサービスステーションが化粧室や食事や買い物を提供する設備になり、ホテルは今の形式から同様の設備を提供する場所になる
- また、クルマが完全にぶつからない様になれば、今ほど車体を堅牢に作らなくてもよく、ドライブモードと寝室モードが移行する様な設計も可能



# ヒトと自動運転間のトラスト (テスラの人身事故)

## ■ 2015年9月にACCを高度化するソフトウェアをOTAでユーザに配布

- もう自動運転ができると誤解(over trusting)しているテスラオーナーもいる
  - ✓ 昨年12月の段階でLevel 3に近いアップデートまで行うソフトを用意したが、配布をDMVによって止められた



# ヒトと自動運転間のトラスト（テスラの人身事故）

## ■ 2015年9月にACCを高度化するソフトウェアをOTAでユーザに配布

■NHTSAはまだ「市販車」が「自動運転」モードで公道を走る事を許可していない。

✓定義上テスラの"Autopilot"の現バージョンは「自動運転」ではない。

■しかし、市場には現在の“Autopilot”で「自動運転」が可能になったと誤解しているテスラオーナーが居た。

■ヒトとシステム間の関係の複雑性により、Level 3導入に慎重になるOEMが出て来た

運転者はオーバーライドできる。

テスラの説明によると、中央分離帯のあるハイウエーを走行中だったテスラ車の前を突然、大型トレーラーが横切り、トレーラーの側面にテスラ車が衝突したという。【翻訳編集】AFPBB News



## ② 郊外型レベル4-5

### ■ Hub and Spoke (last miles)

- 公共的交通、ドライバーレス・タクシー/マイクロバス
- 新規参入者による破壊的イノベーション

ジオフェンシング



# 2025年以降の動向

## 生活道路

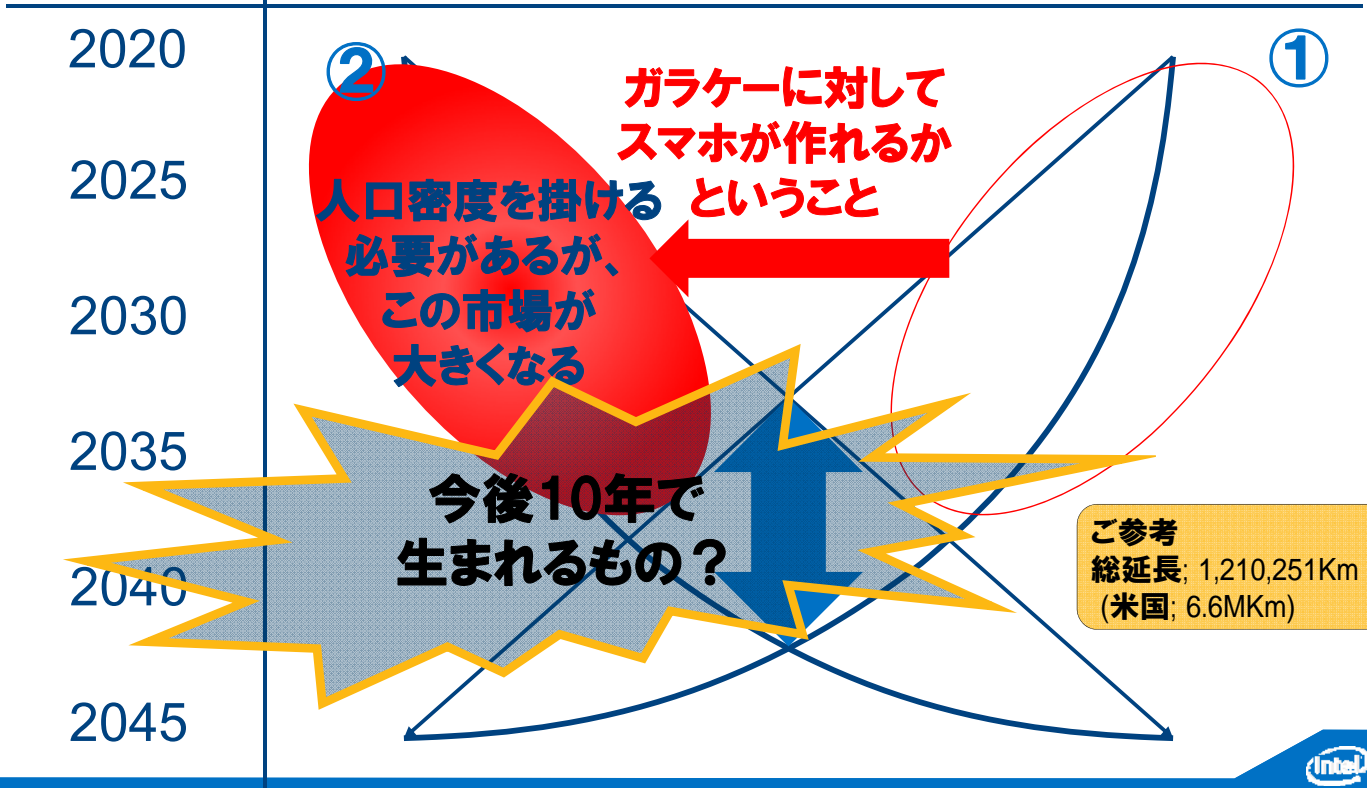
## 幹線道路

## 高速道路

都道府県道: 129,375Km  
市町村道: 1,023,962Km

国道: 55,432Km

高速道: 8,358Km



# 商品化開発の変化

## ■ シェアリングエコノミーの発達

## ■ 個人所有車の稼働率 = 5%

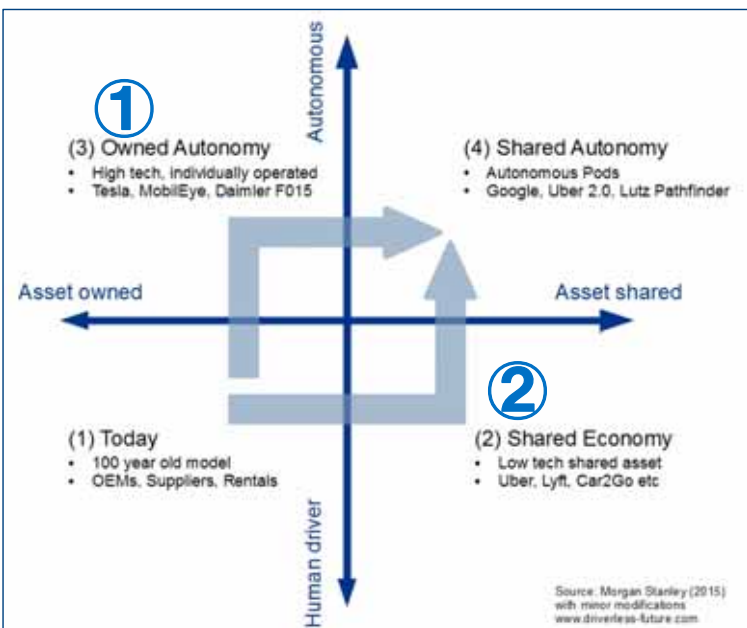
- 現代において、もっとも活用度の低い商品となっている
- 時代はシェアリングエコノミーに向かう

## ■ 稼働率が上がることにより、商品ライフサイクルが短くなる

- 4倍稼働率を上げれば、商品寿命が現在の12年から3年になり、商品開発の速度が高まる
- クルマの新機能定義は概ねソフトウェアのバージョンアップに依存する

## ■ 平行してすすむ自動運転技術

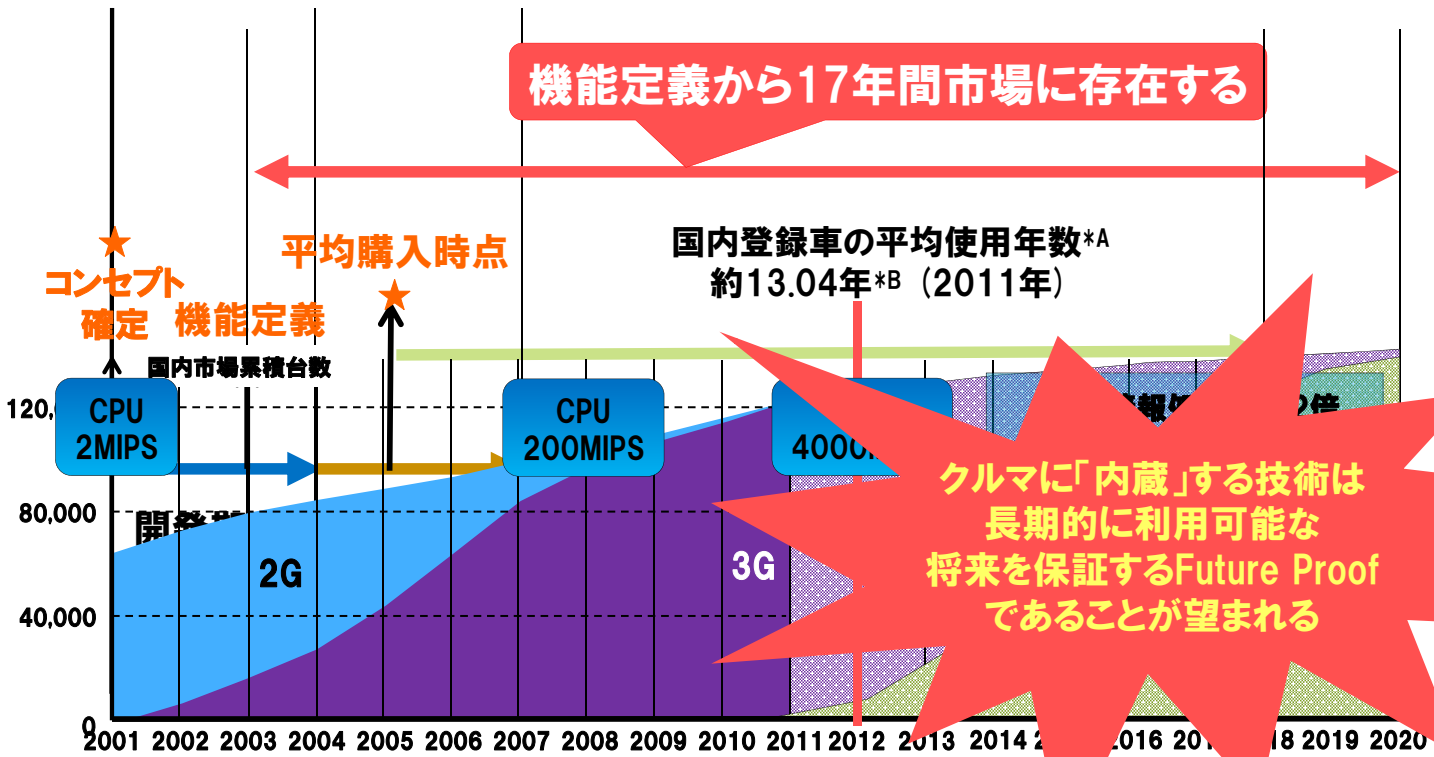
- 双方から第四象限の「自動運転車のシェアリング」という段階に進む
- ソフトウェアの開発能力が死活問題となる



Source: Morgan Stanley (2015) with minor modifications  
www.driverless-future.com

# ICT車載化開発の変化

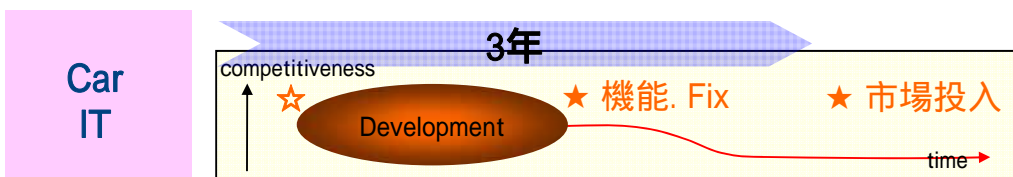
\*A) 平均使用年数とは自動車が初年度登録されてから抹消登録されるまでの年数。  
 \*B) 自動車情報センターの数値 (因みに、2001年の数値は10.60年)  
 \*C) 平均年齢とは現在走っている車の登録後年数の平均。



# ソフトウェアアップデートが問題を解決

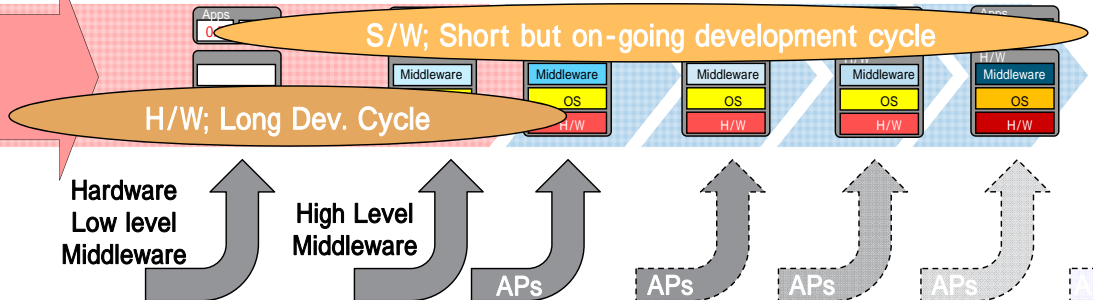
## 今後の方向性

商品ライフ3年

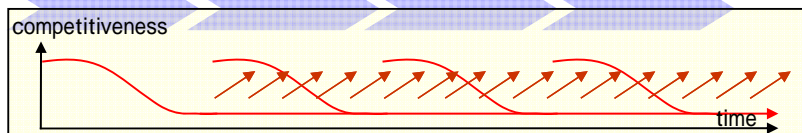


新車として3年、購入後更に10年以上市場に存在する

## レイヤー構造 & Generic OS



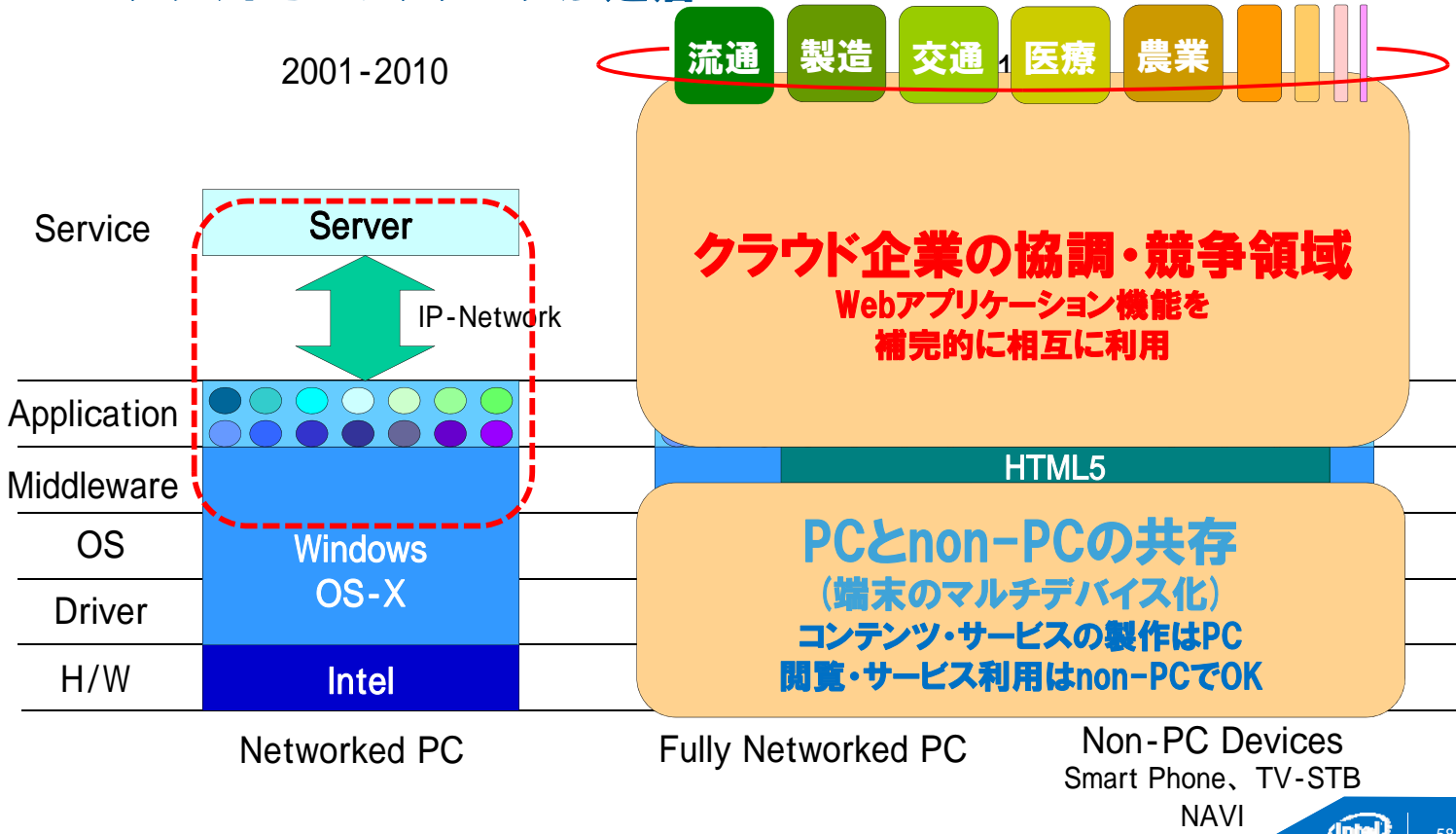
## 通常のIT商品



# ICTの発達による産業構造の変化 - 2020年に向けて

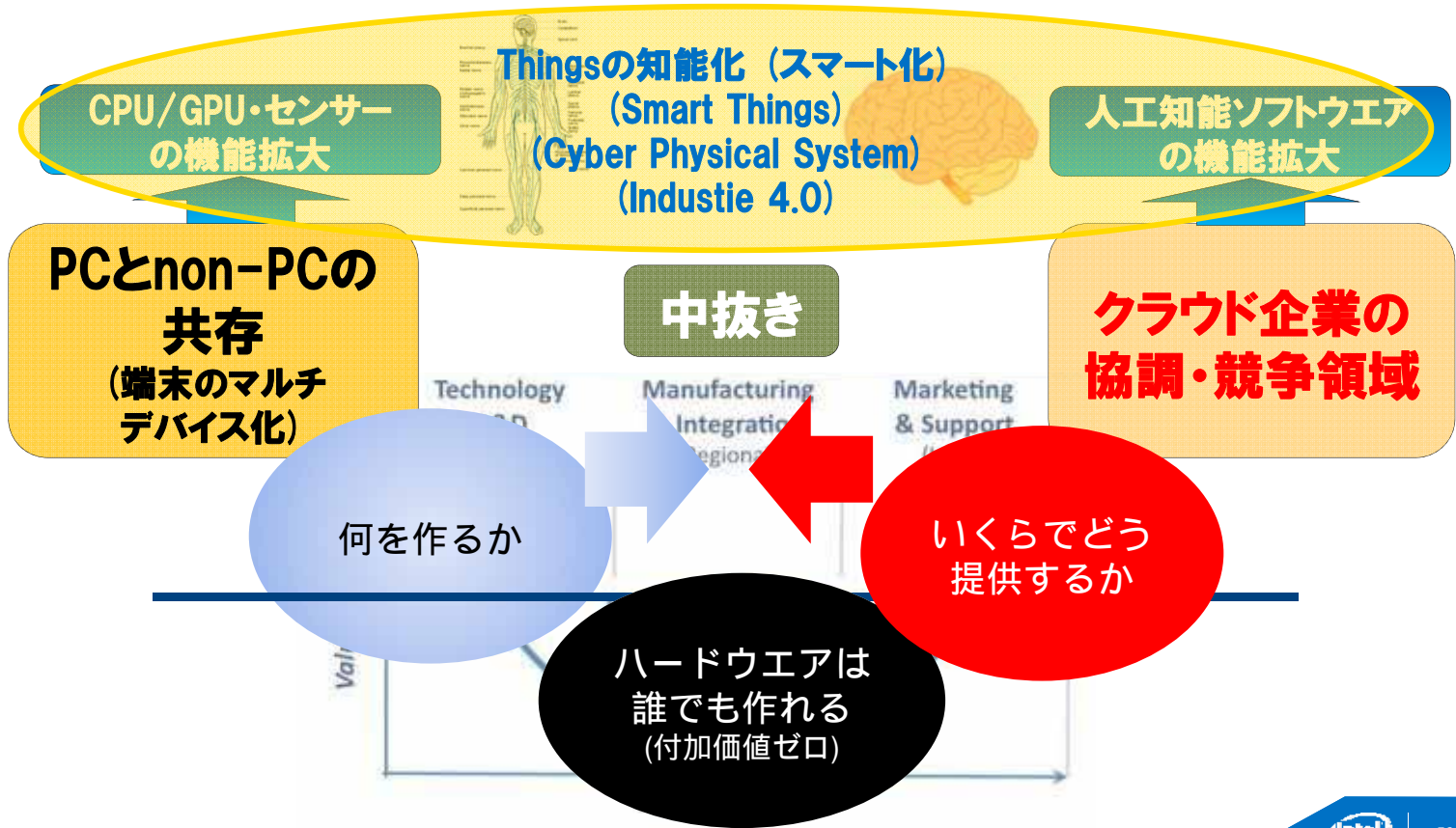
## ■ クラウドとビッグデータが定着

2001-2010



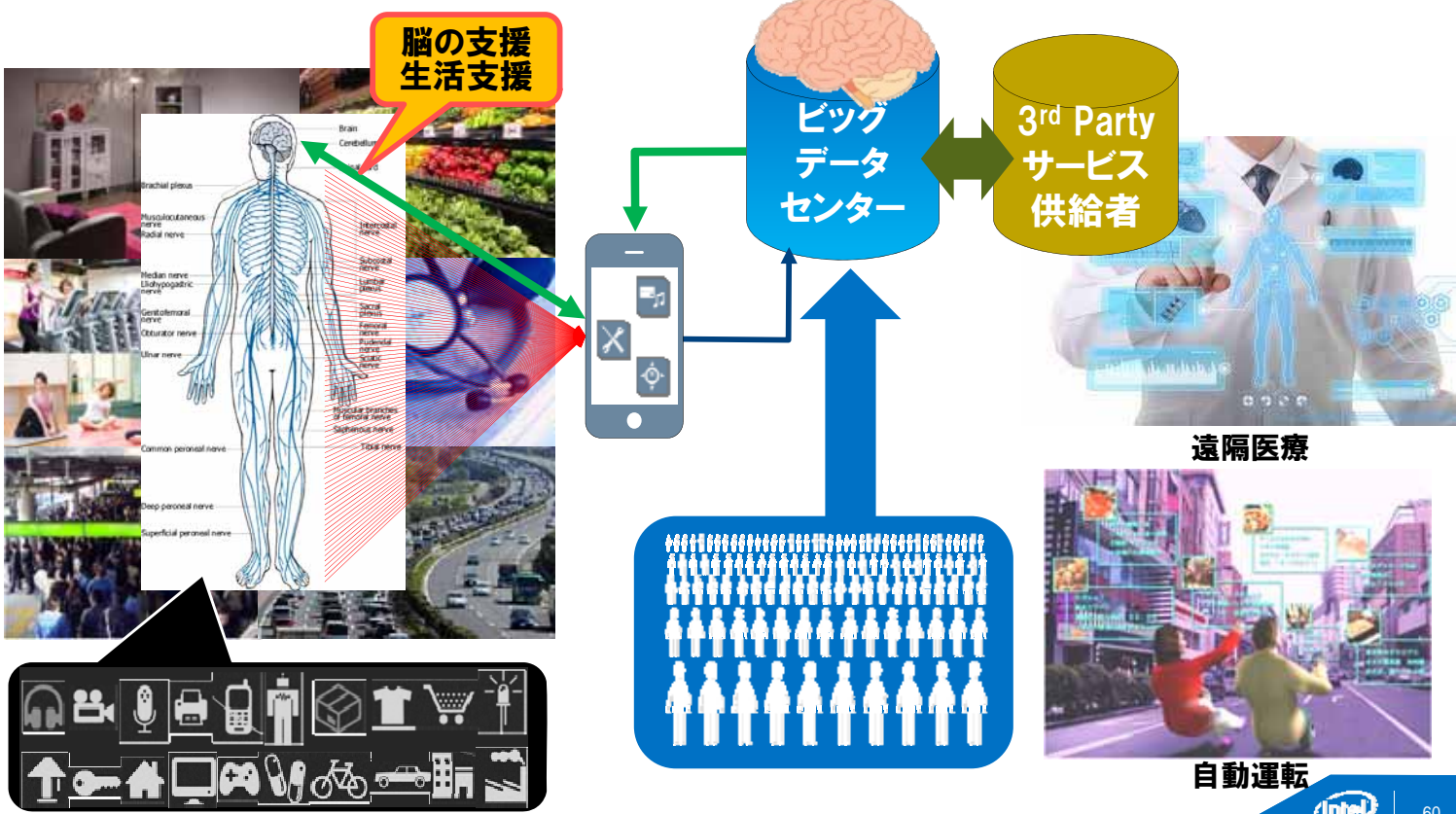
## スマイル・カーブの先 (モノのスマート化)

### ■ Acer Stan Shih`s Smile Curve / Frown Curve

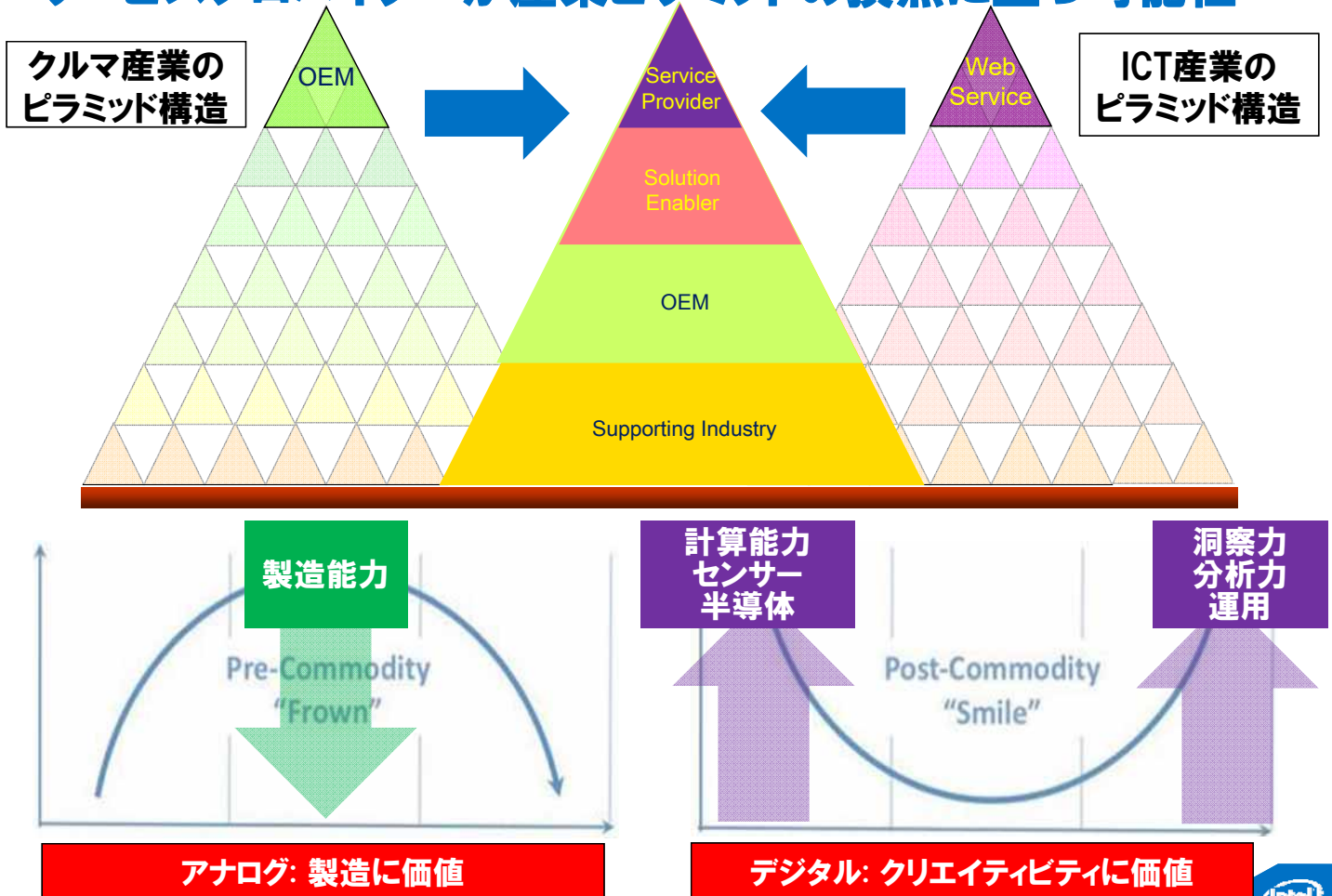


# 今ICTと人間の間で起こっている事

## 2020年、世の中はこれに近づく



## サービスプロバイダーが産業ピラミッドの頂点に立つ可能性



## まとめ

- 毎年2倍で指数関数的に進化するICTによって、今後シンギュラリティに向け**人工知能の時代**を迎え、日々新しいソリューションが市場投入される
- コネクテッド・カー (**Vehicle IoT**) は高度運転支援と自動運転の実現に不可欠である
- ヒトの代わりに**コンピュータがクルマを運転し**自動運転が実現する
- クルマの**付加価値を上げるのはICT**であり、ICTがネットワーク攻撃の対象であり、ICTがそれから守る
- 完全自動では**サービス事業が重要**となり、産業構造を大きく変える（他産業でも言える）

ご清聴

大変ありがとうございました