



# 自動運転システムの全容と 大学発ベンチャーの挑戦

加藤真平

東京大学大学院情報理工学系研究科 准教授

名古屋大学未来社会創造機構 客員准教授

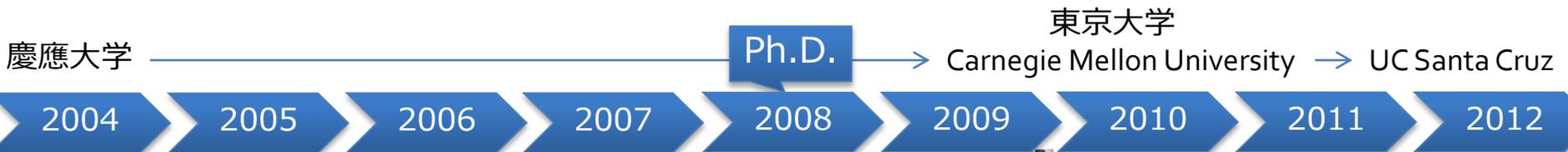
株式会社ティアフォー 創業者（兼取締役CTO）



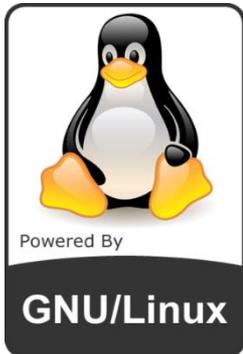


# 加藤真平

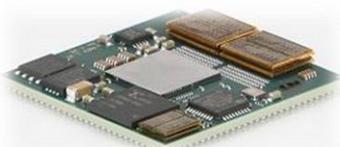
東京大学大学院情報理工学系研究科 准教授  
名古屋大学未来社会創造機構 客員准教授  
株式会社ティアフォー 創業者 (兼取締役CTO)



コア領域



オペレーティングシステム



リアルタイム処理用LSI

安全！ 安全！ 安全！ 安全！ 安全！ 安全！



Hardware Platform

セーフティクリティカルシステム

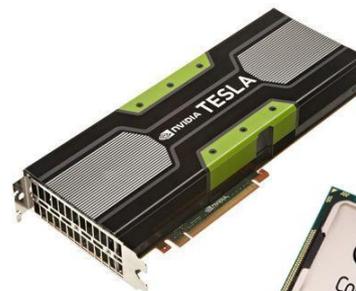
応用



自動運転



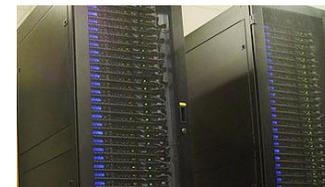
スパコン



GPGPU



マルチコア



クラウドストレージ



# 加藤真平

東京大学大学院情報理工学系研究科 准教授  
名古屋大学未来社会創造機構 客員准教授  
株式会社ティアフォー 創業者（兼取締役CTO）

2012

2013

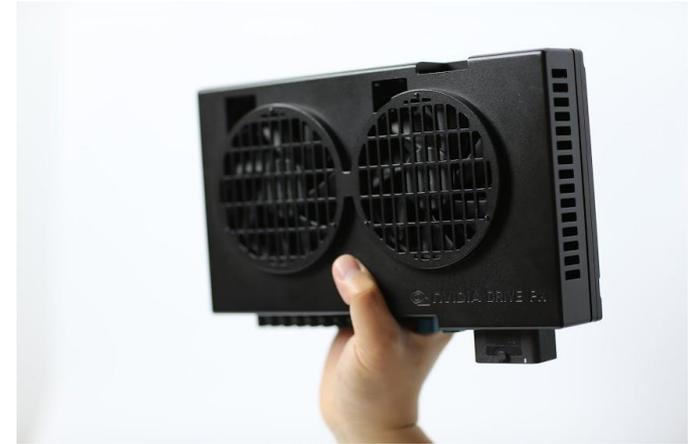
2014

2015



名古屋大学  
NAGOYA UNIVERSITY





2002

2016

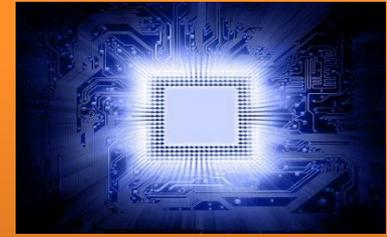
2020+



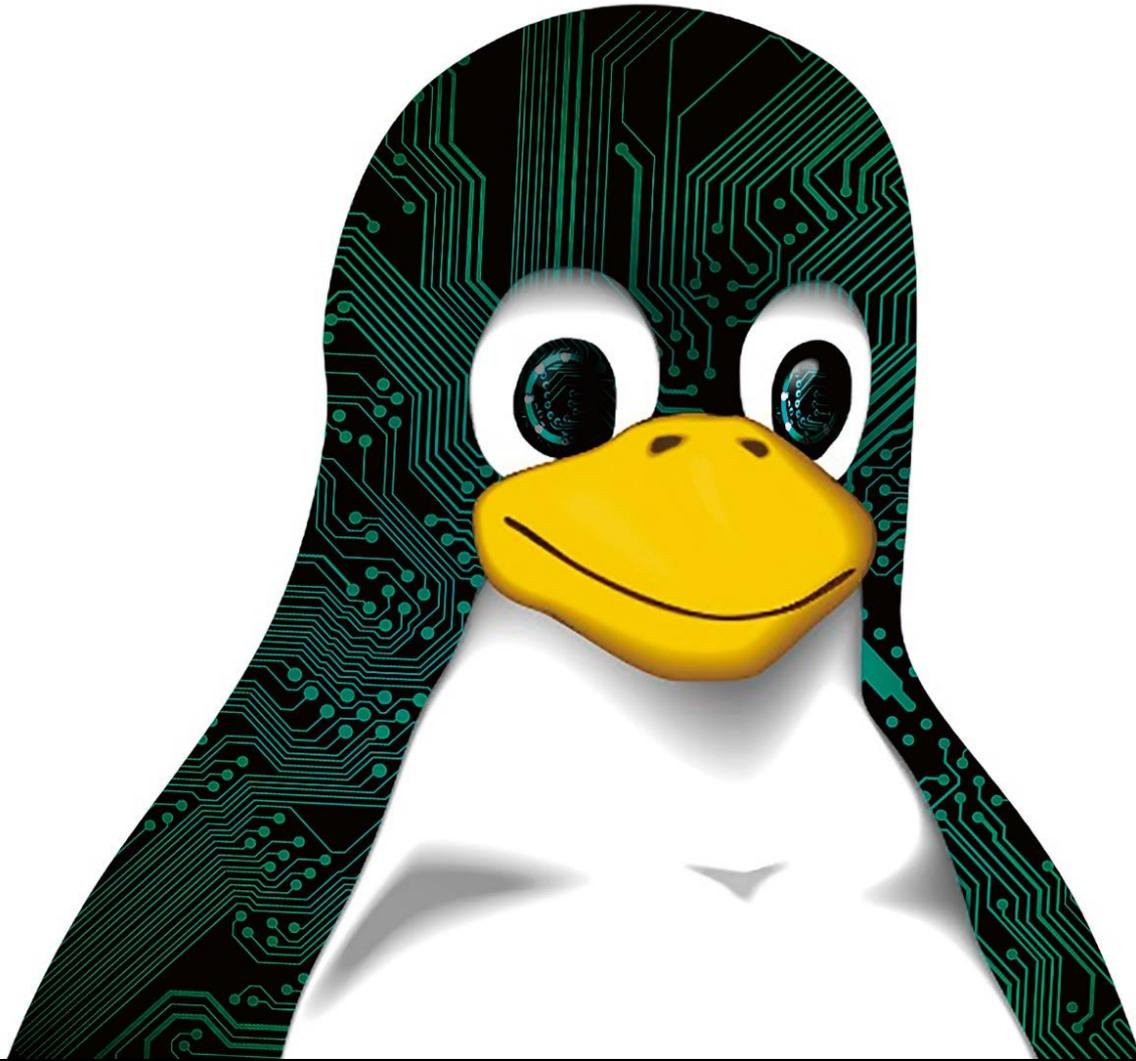
One room  
1300m<sup>2</sup>  
6000KW



One box  
1m<sup>2</sup>  
2KW



One chip  
1cm<sup>2</sup>  
6W

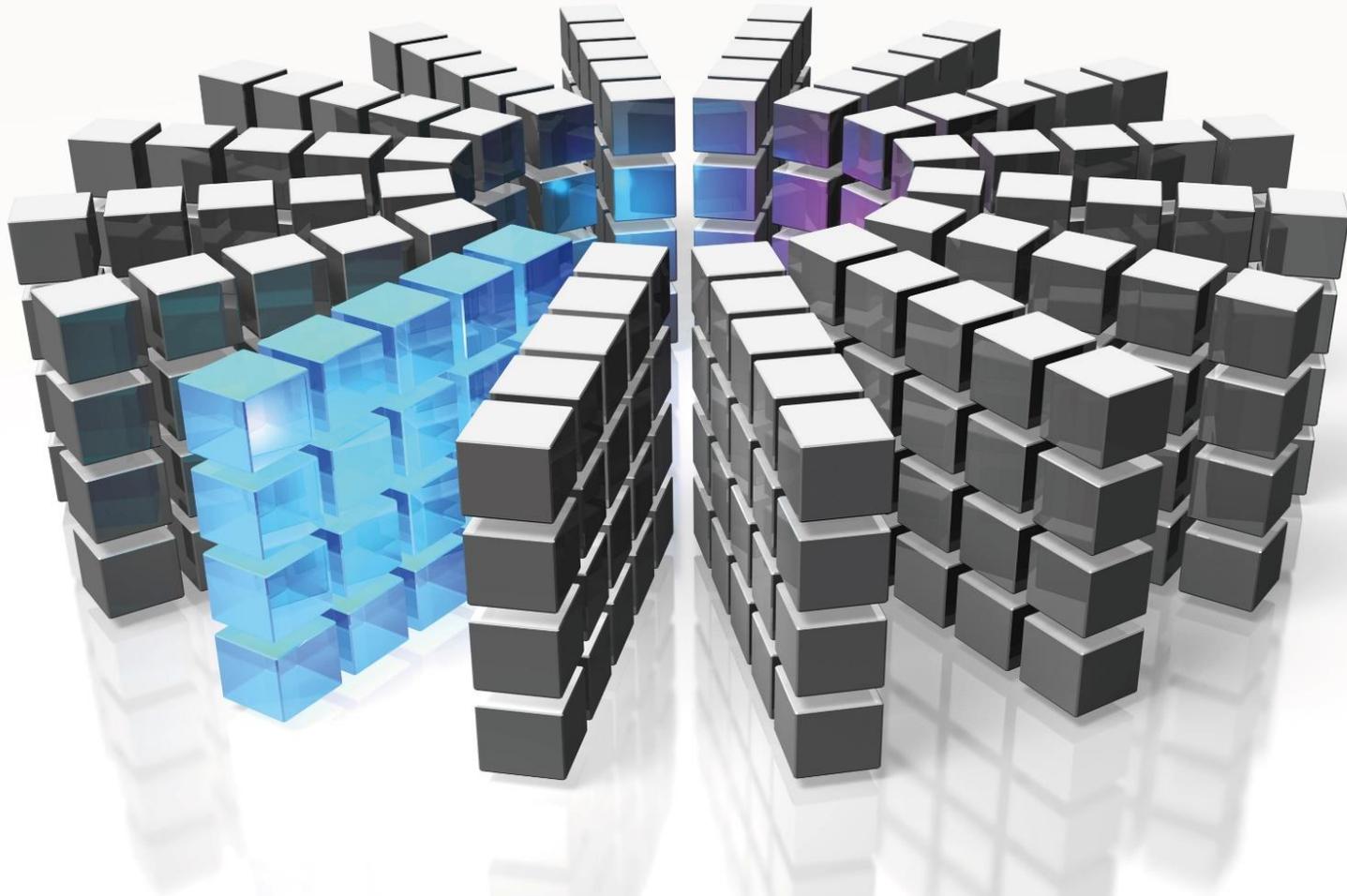


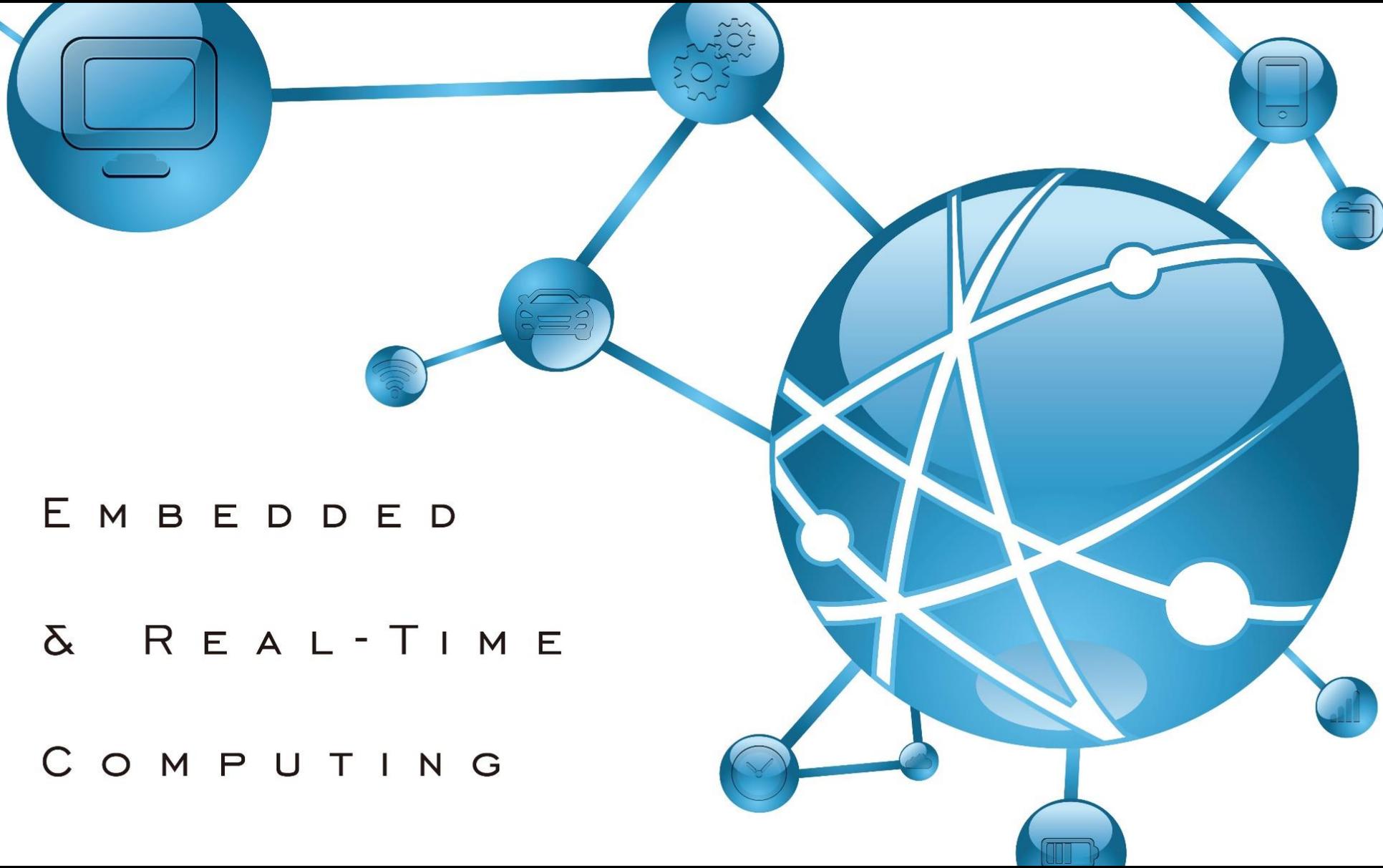
S Y S T E M  
S O F T W A R E

A N D

O P E R A T I N G  
S Y S T E M S

# PARALLEL & DISTRIBUTED COMPUTING





EMBEDDED  
& REAL-TIME  
COMPUTING

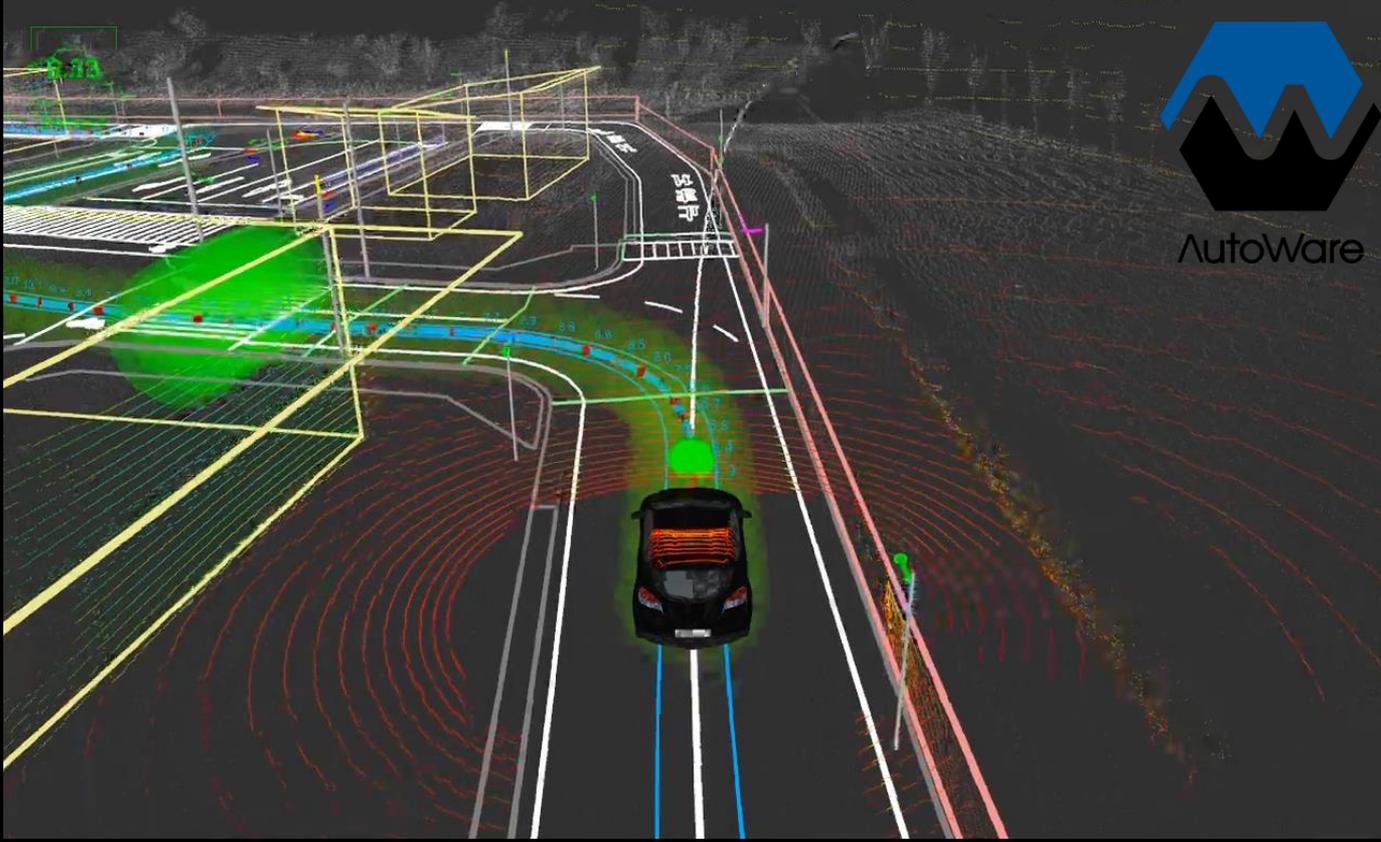
AI  
INTELLIGENT  
APPLICATIONS

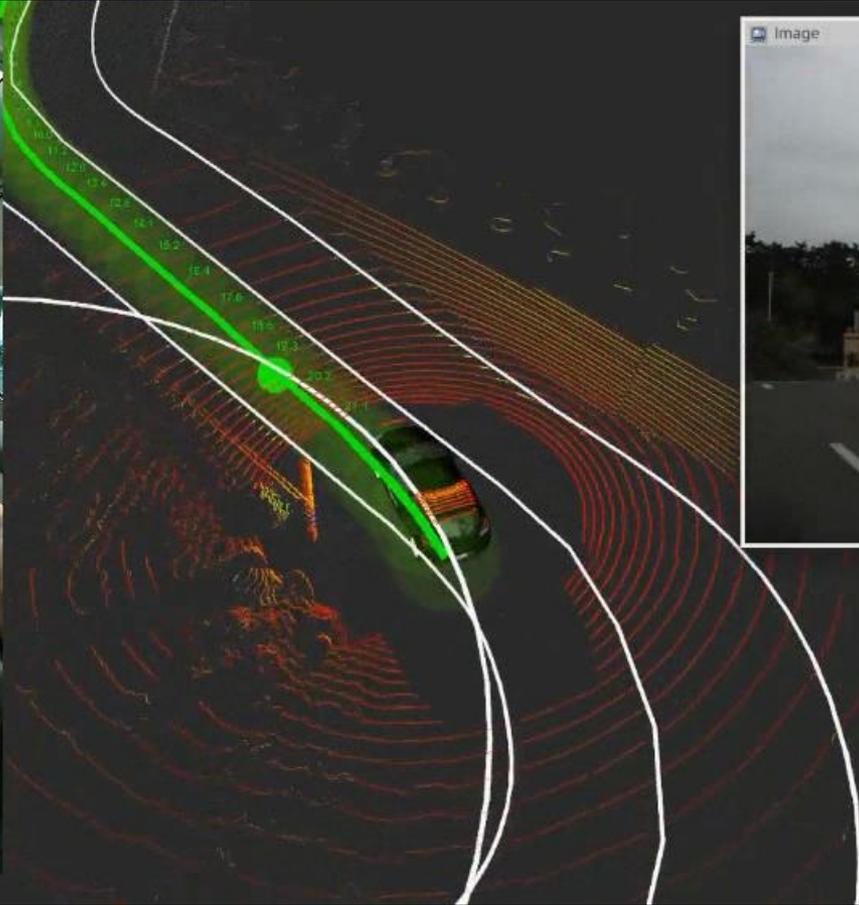


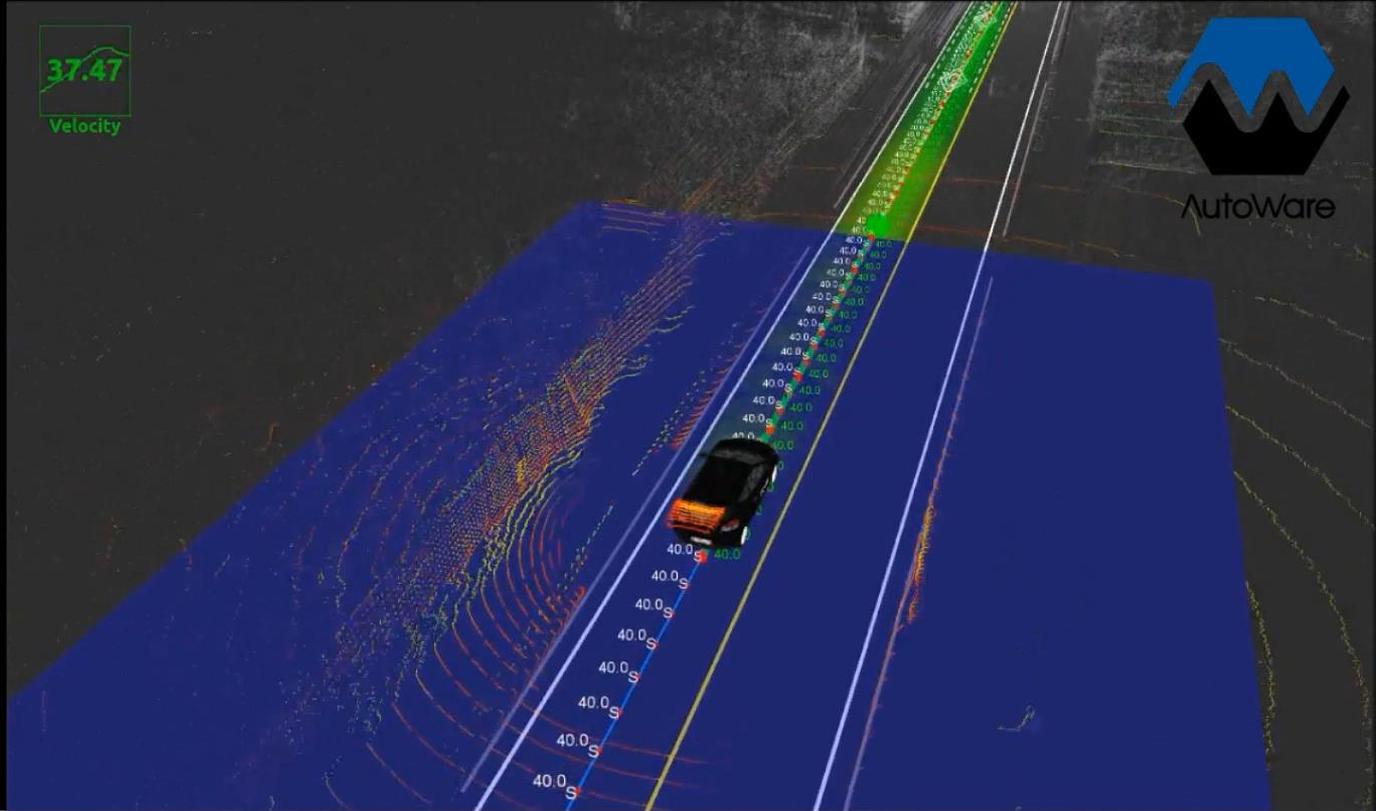
# 自動運転システムの全容と大学発ベンチャーの挑戦





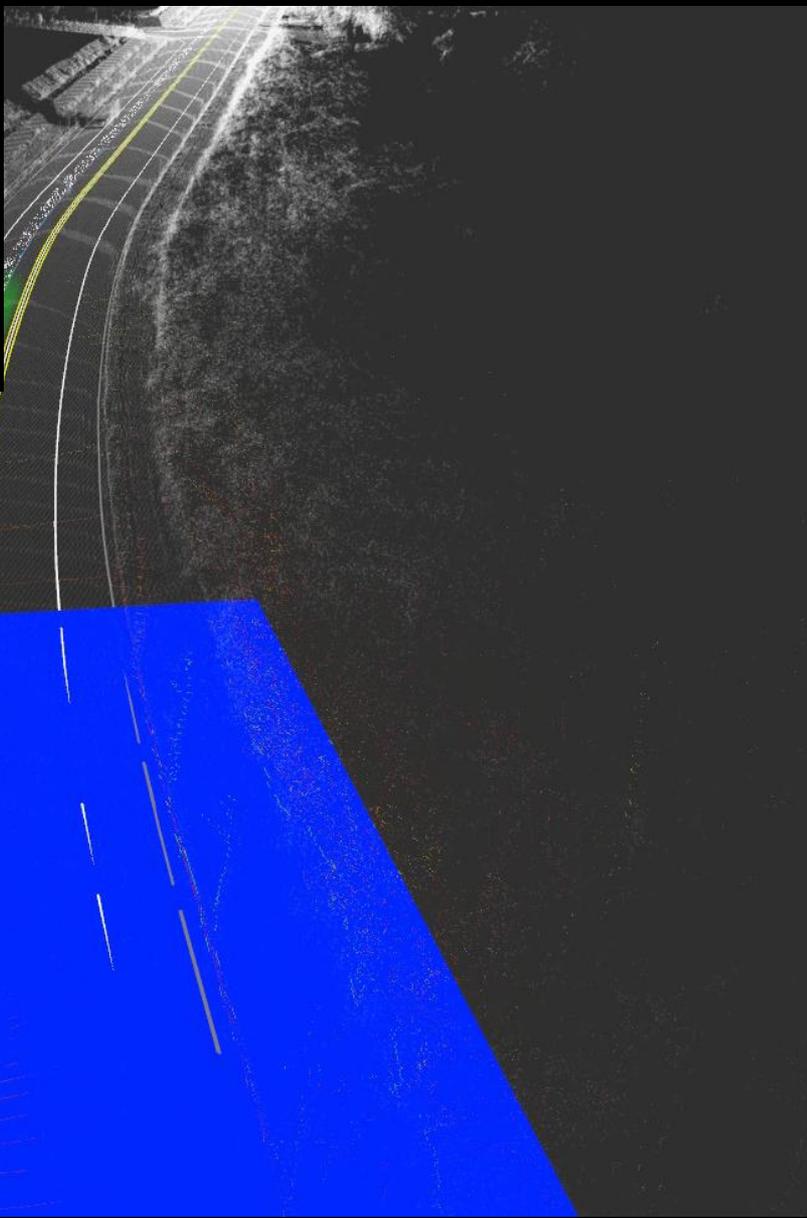






37.47  
Velocity





**ANN**  
**NEWS**

**安全?**

**無人タクシーが行く  
山道を住民ら乗せ**

新着 **いま何が?**



6:49 高山   
18°C / 29°C

**最前線** 自動運転の開発現場 学生が“社長”

**キッズ!**



6:16

自動走行車  
名古屋大学の開発は

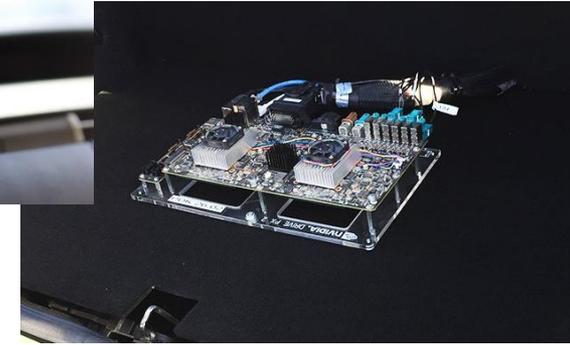
# オープンイノベーション

EVユニット

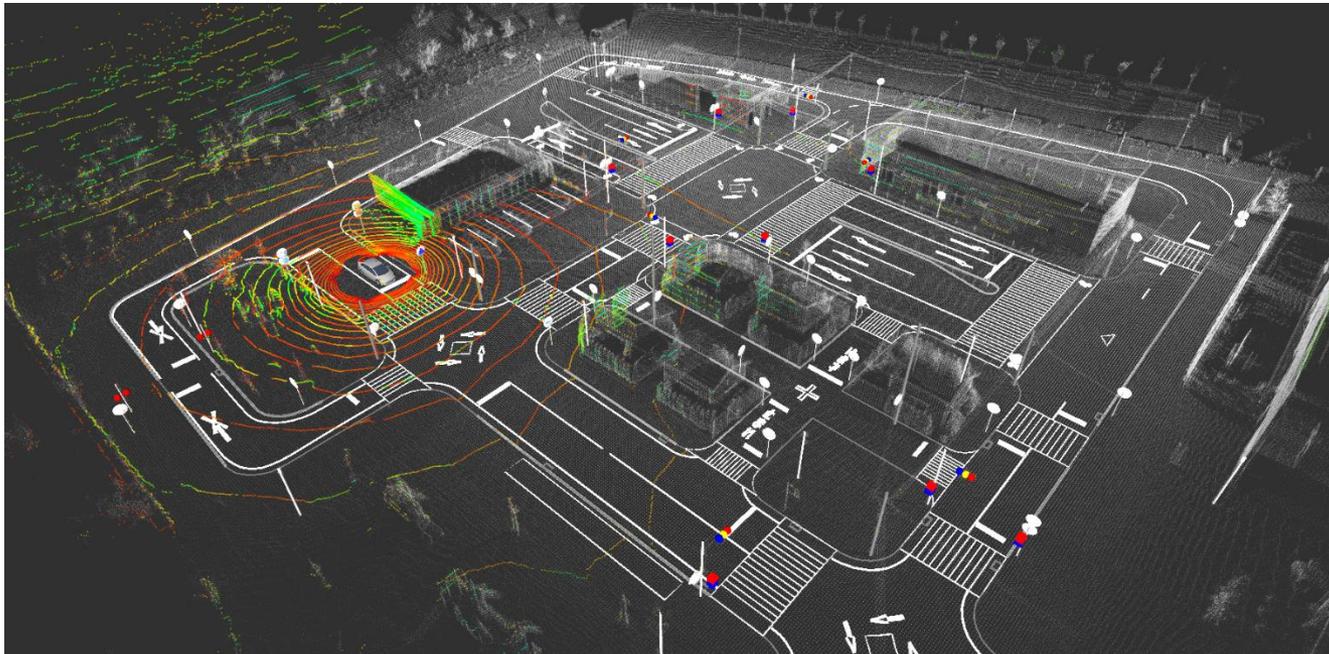


スマート機器

車載ボード



高精度3次元地図

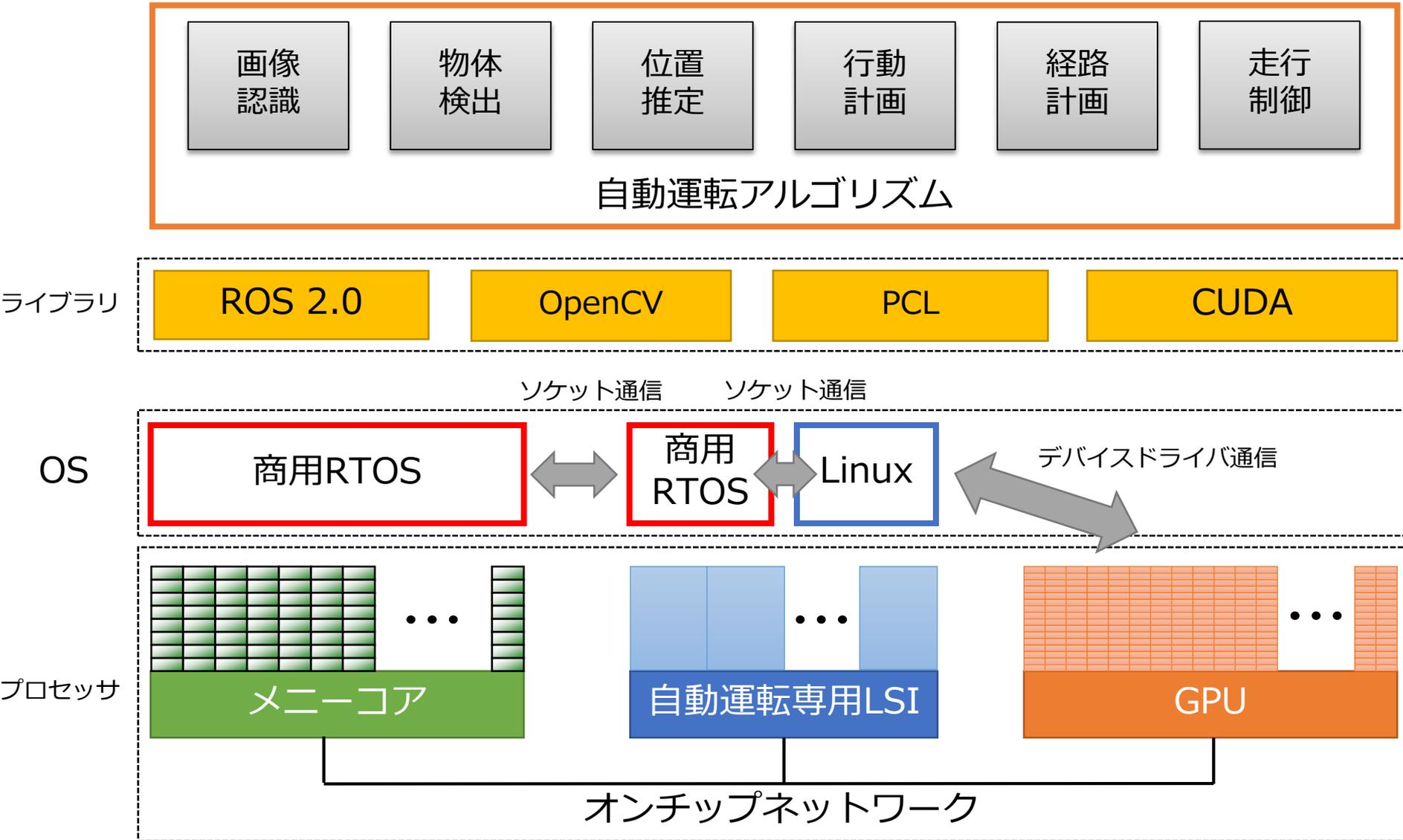


基本ソフトウェア



AutoWare

# オープンアーキテクチャ





# オープンソースソフトウェア

<https://github.com/cpfl/autoware>

AutoWare

画像  
認識

物体  
検出

位置  
推定

行動  
計画

経路  
計画

走行  
制御

通信  
ライブラリ

計算  
ライブラリ

統合  
ライブラリ

オペレーティングシステム

マルチコア &  
メニーコア

GPGPU &  
専用LSI

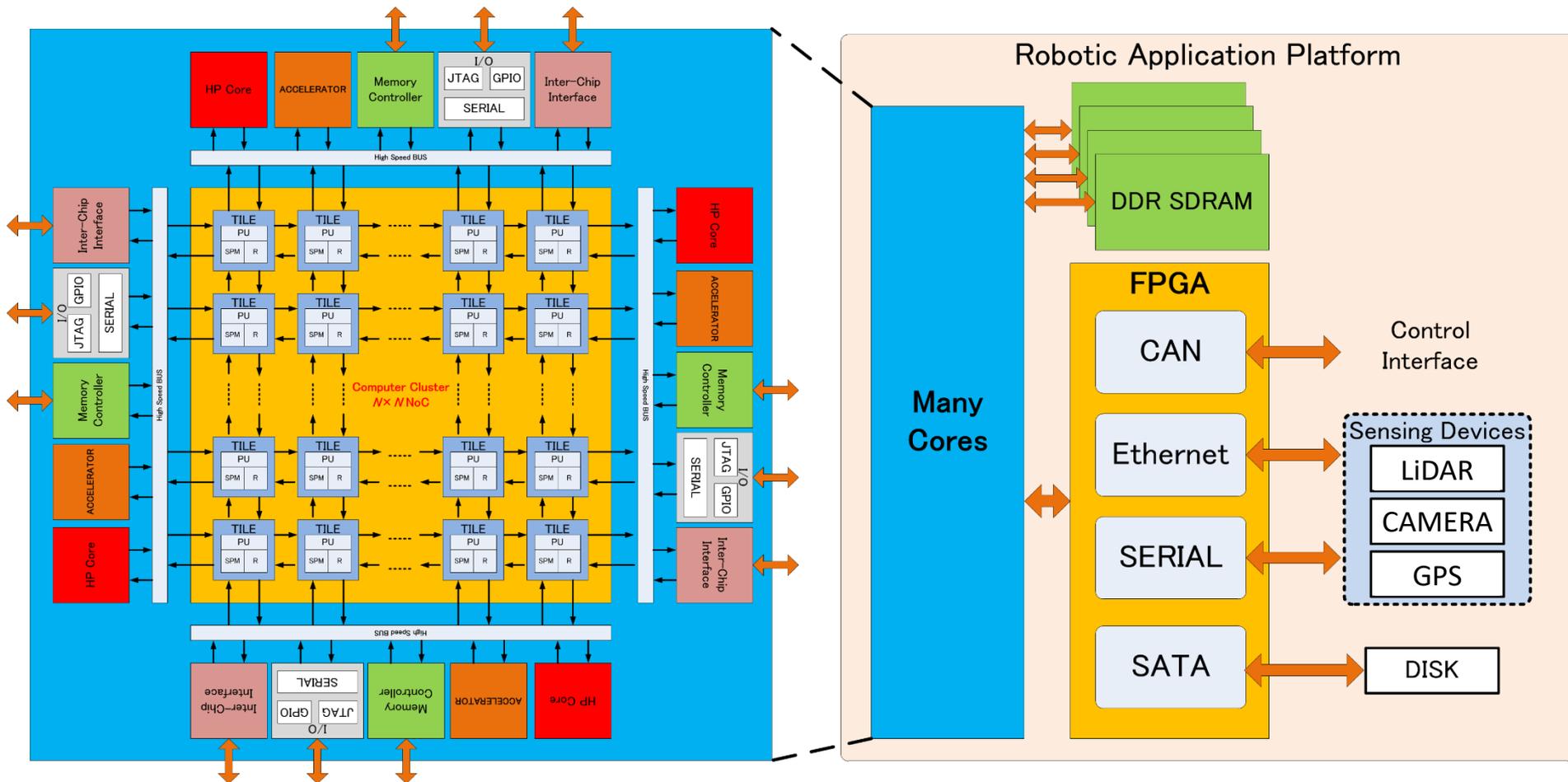
カメラ

GPS

レーダー

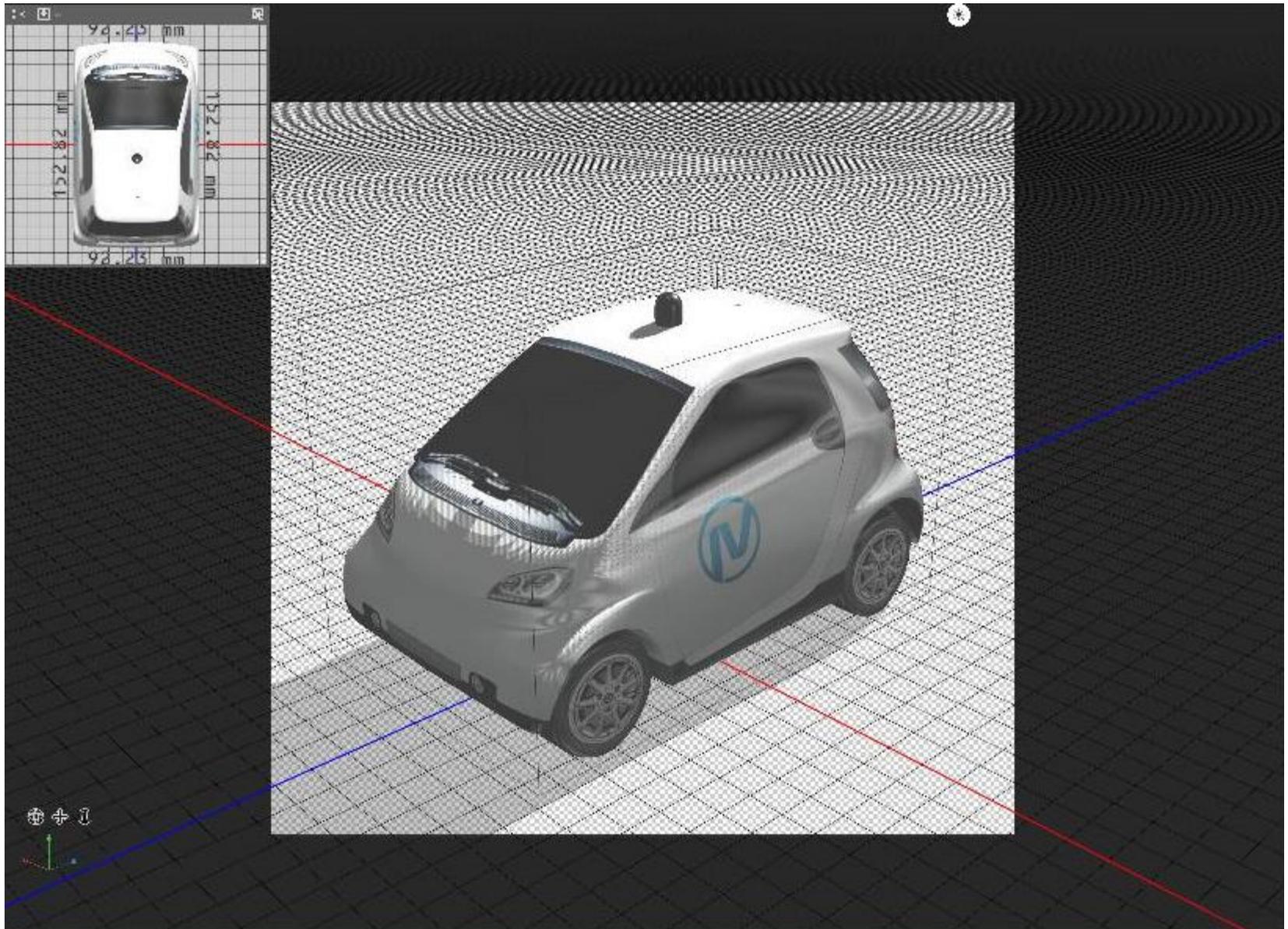
レーザー

# オープンチップ



- [glossary]**
- HP Core : High-Performance Core
  - PU : Processing Unit
  - SPM : Scratch Pad Memory
  - R : Router

# オープンモビリティ



# オープンイノベーション 破壊的創造

Open Source



\$1

シェアリングエコノミー  
創造的破壊

# オープンイノベーション 破壊的創造

Open Source



\$1

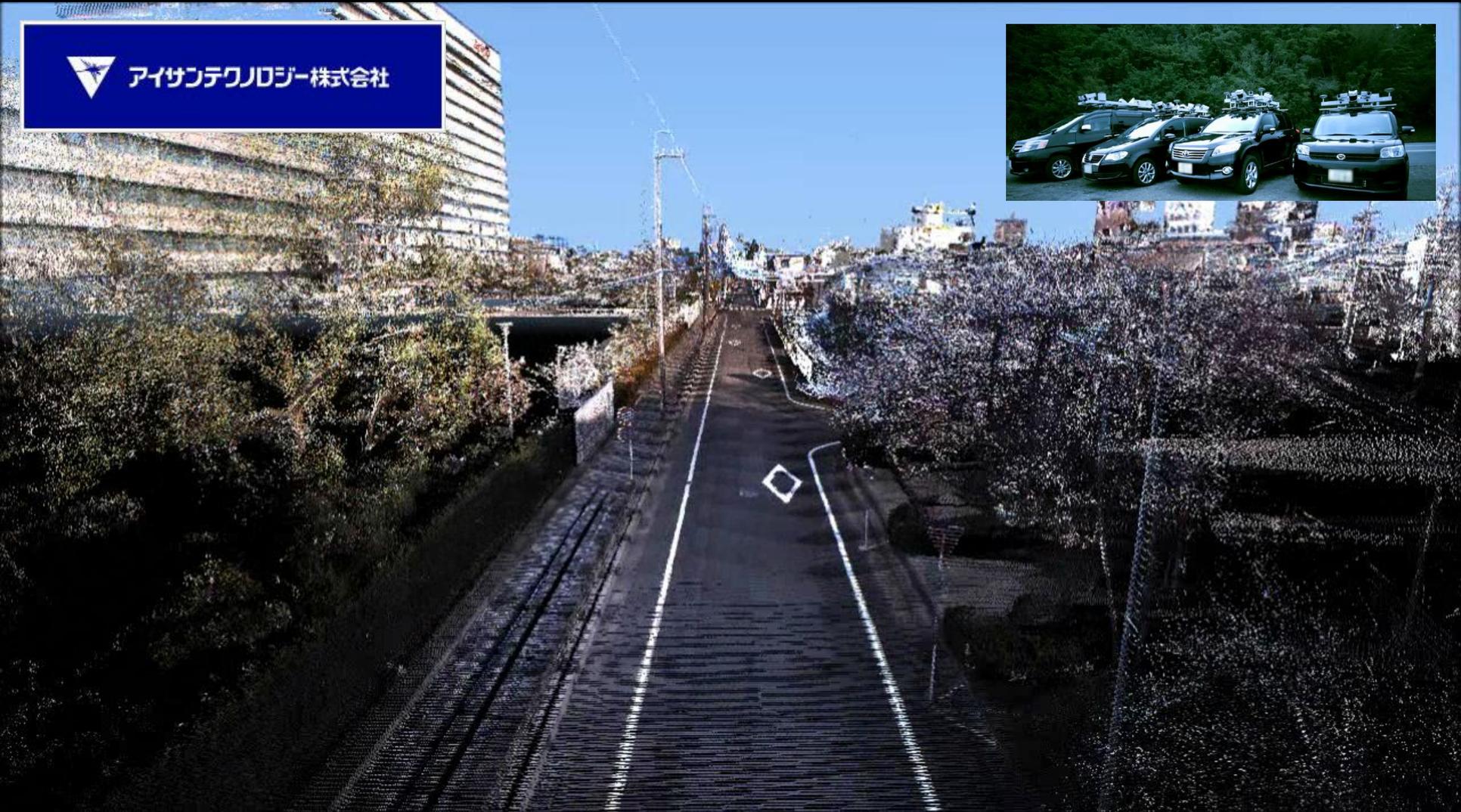
シェアリングエコノミー  
創造的破壊

30兆円

# 高精度3次元地図



アイサンテクノロジー株式会社

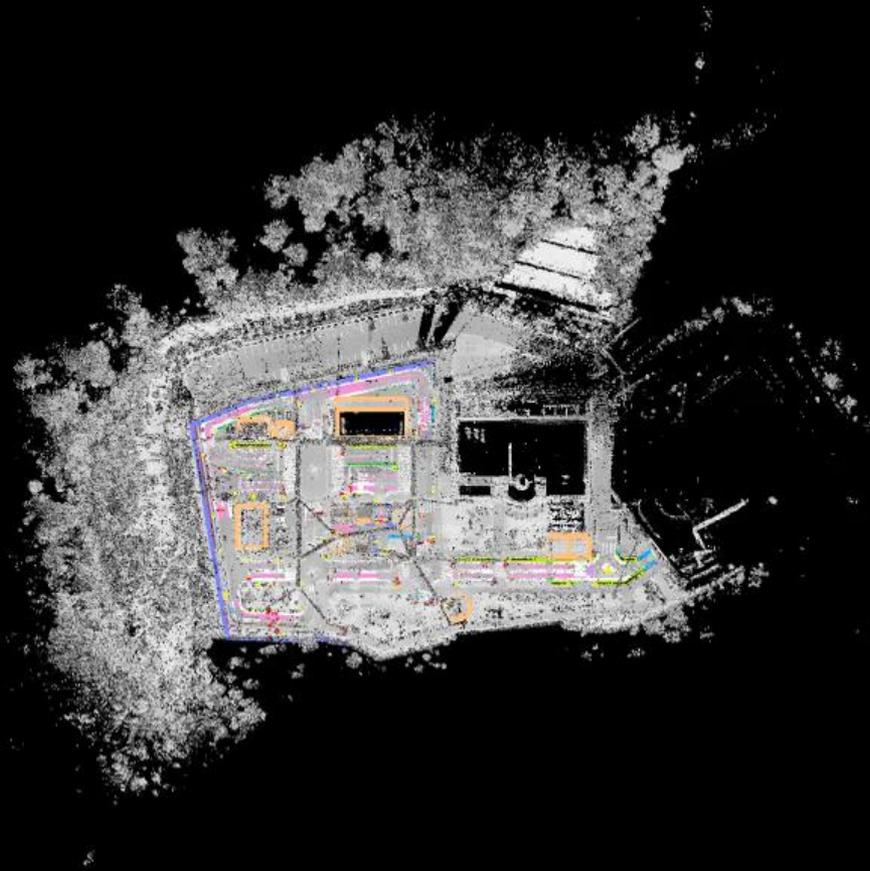


# 高精度3次元地図

---



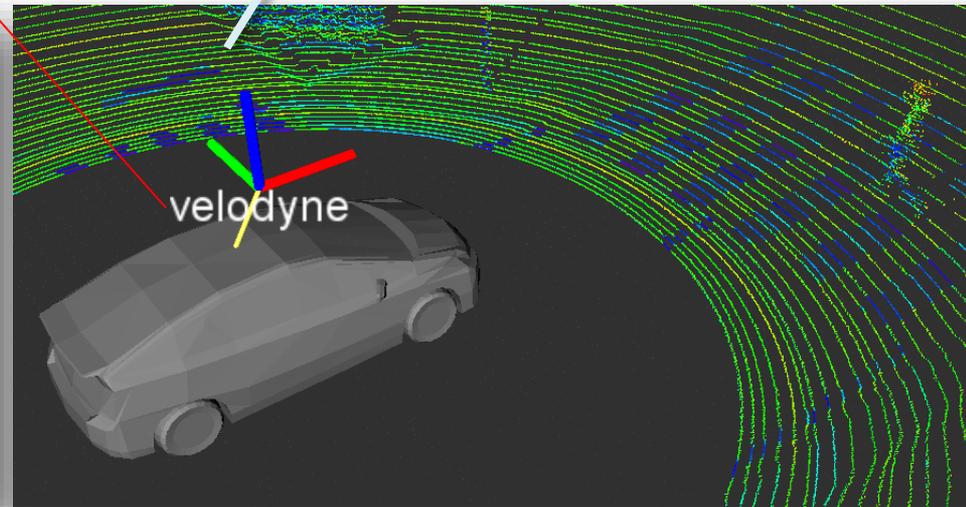
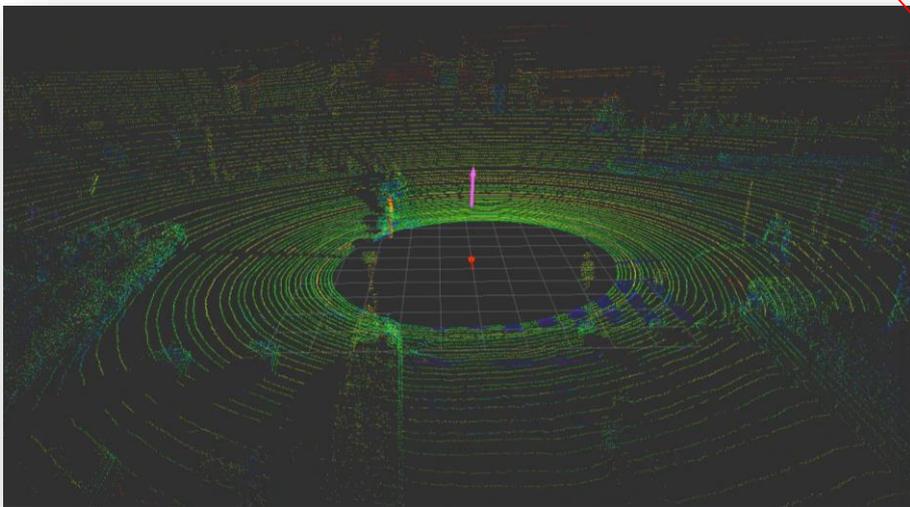
# 高精度3次元地図

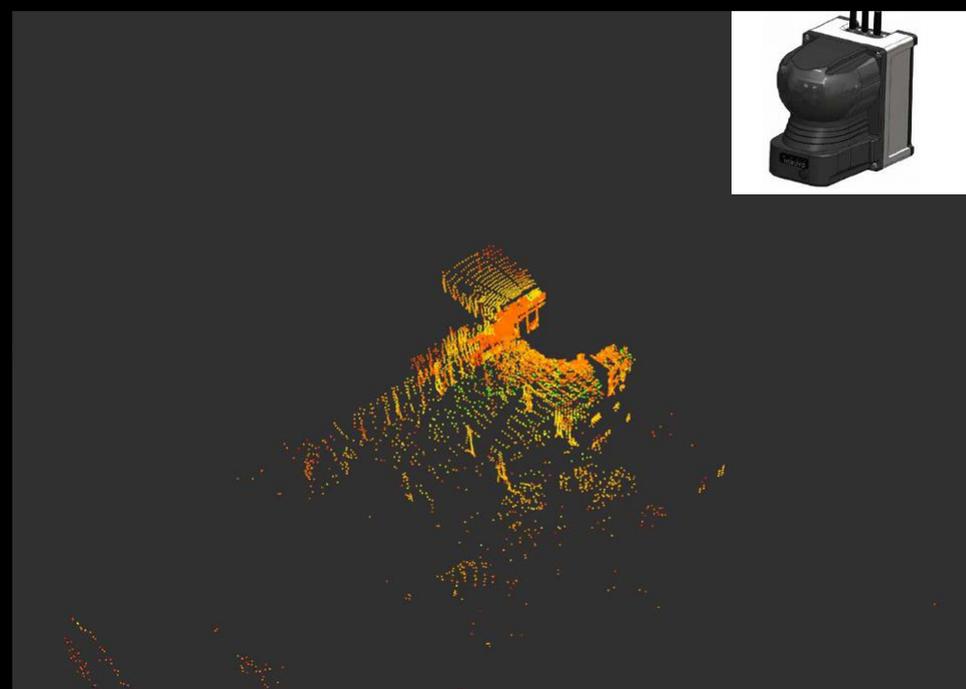
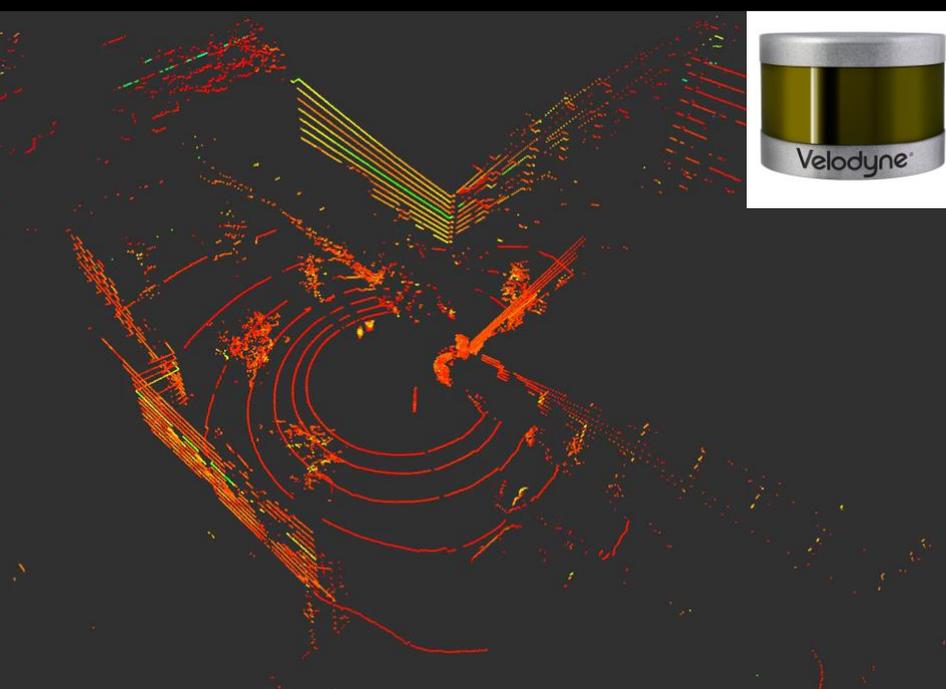
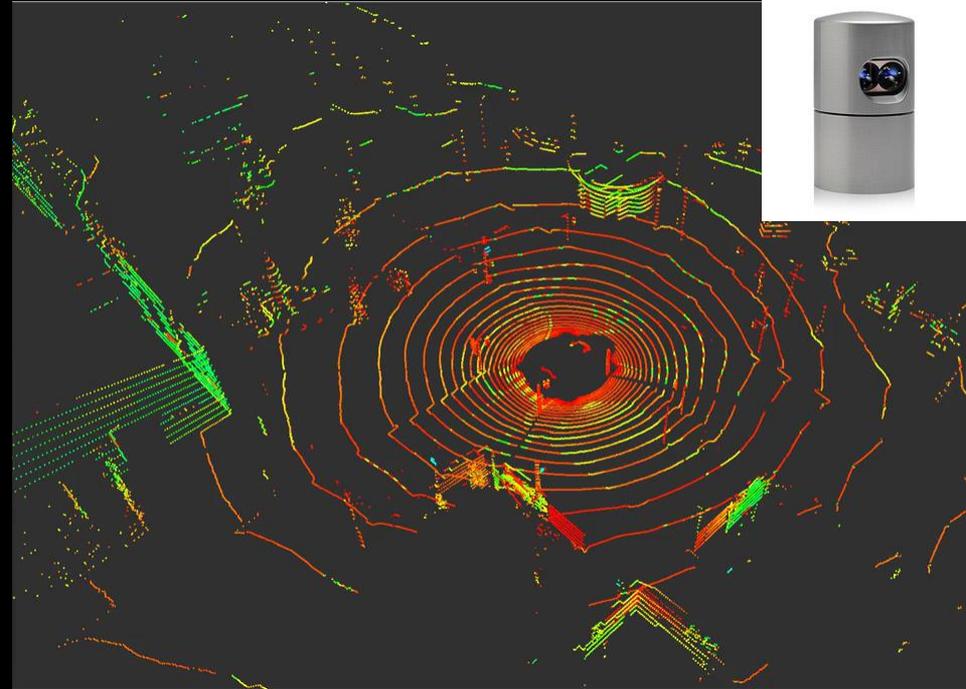
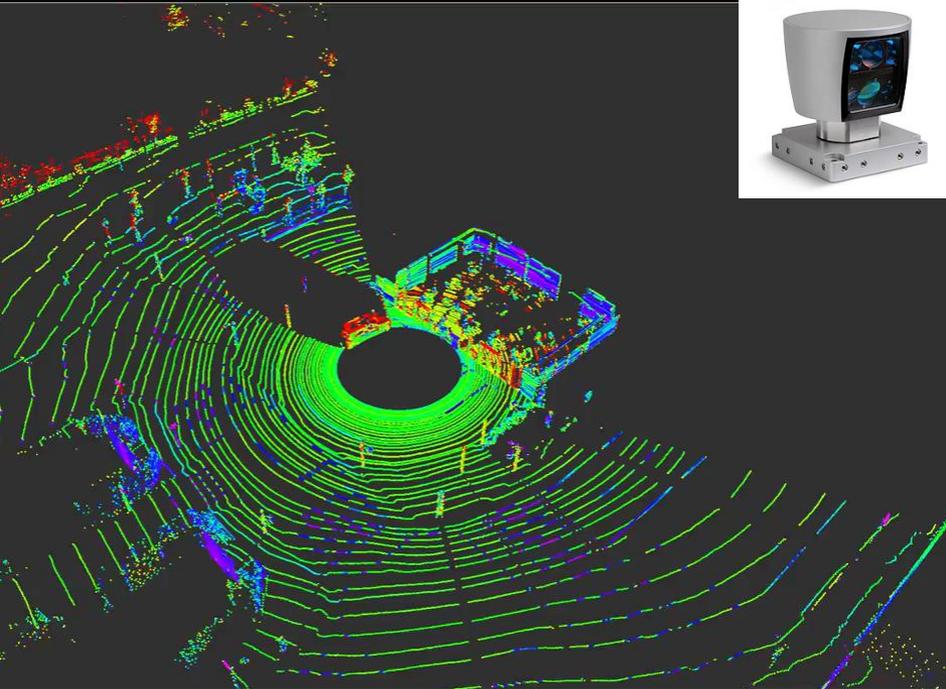


# 3次元レーザースキャナ (LiDAR)



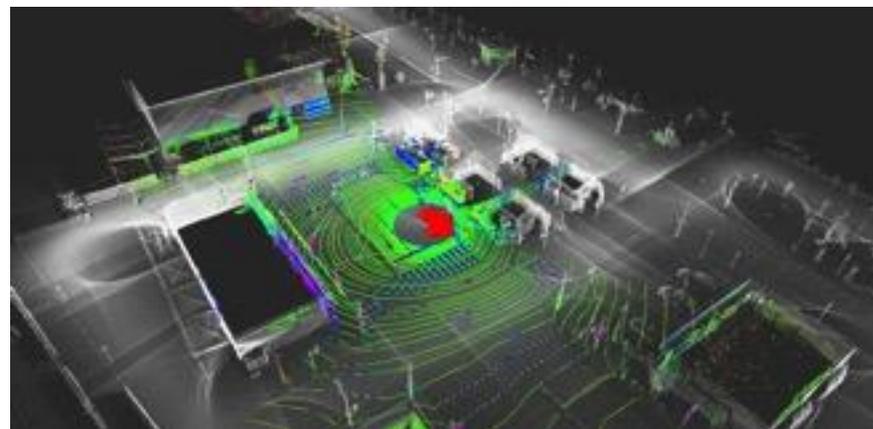
周りの環境を点の集まり(点群/  
ポイントクラウド)として取得



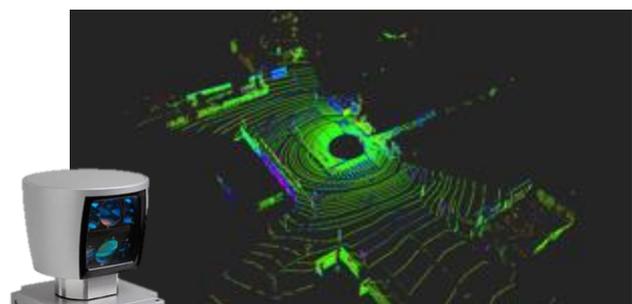


# スキャンマッチングによる位置推定

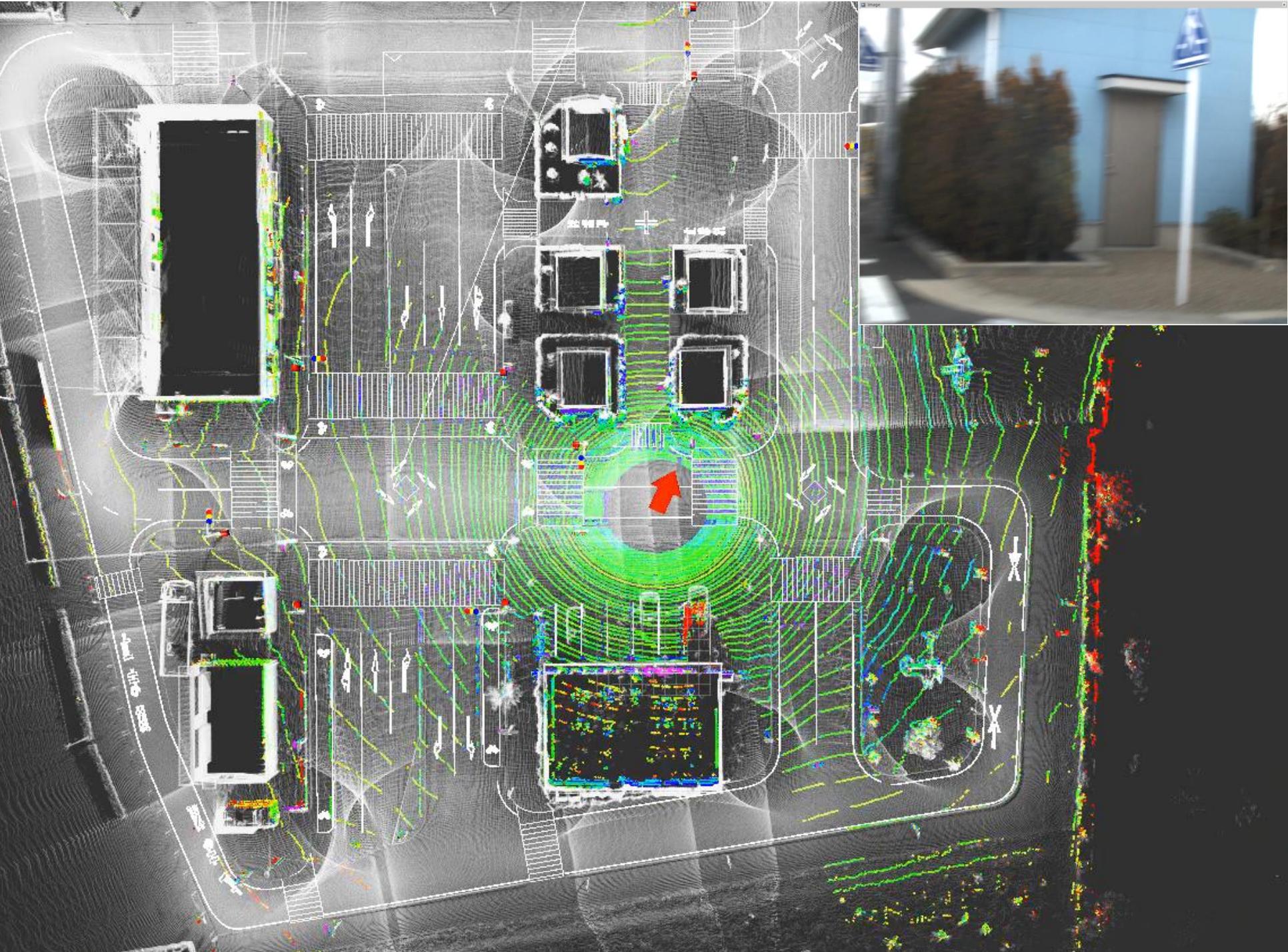
点群地図データ



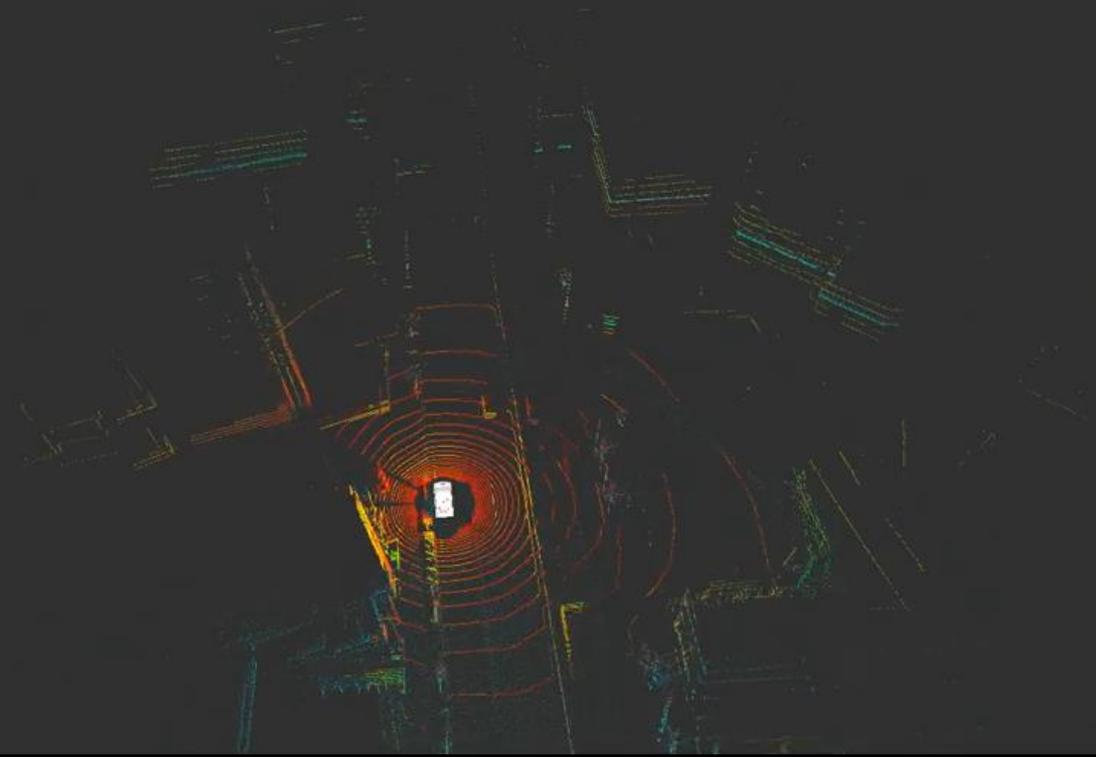
位置推定



レーザースキャン



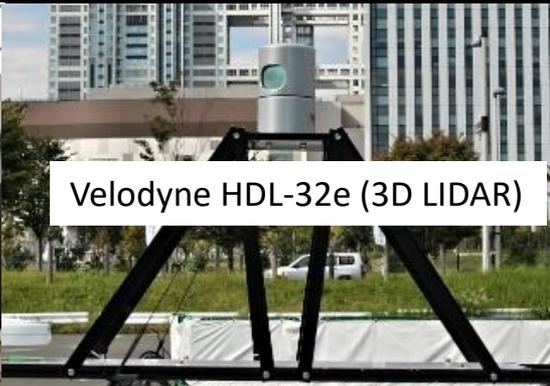




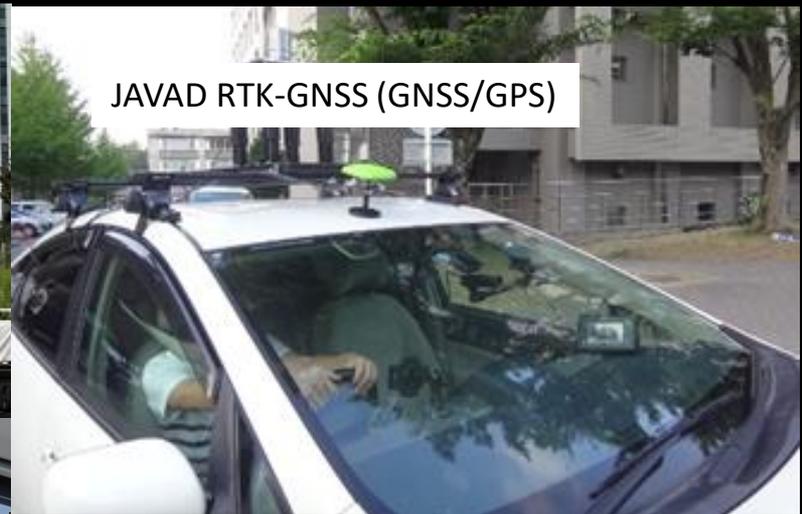
# 統合的センシング



Velodyne HDL-64e (3D LIDAR)



Velodyne HDL-32e (3D LIDAR)



JAVAD RTK-GNSS (GNSS/GPS)



HOKUYO UTM-30LX (LIDAR)



Point Grey Ladybug 5 (Camera)

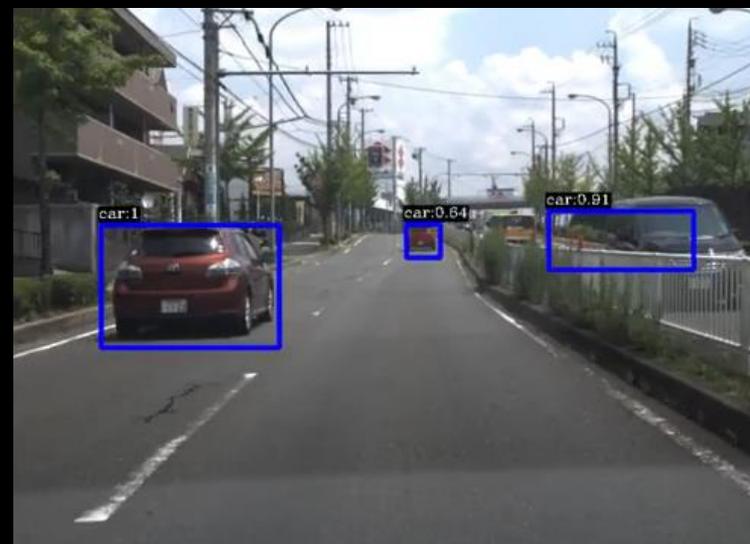
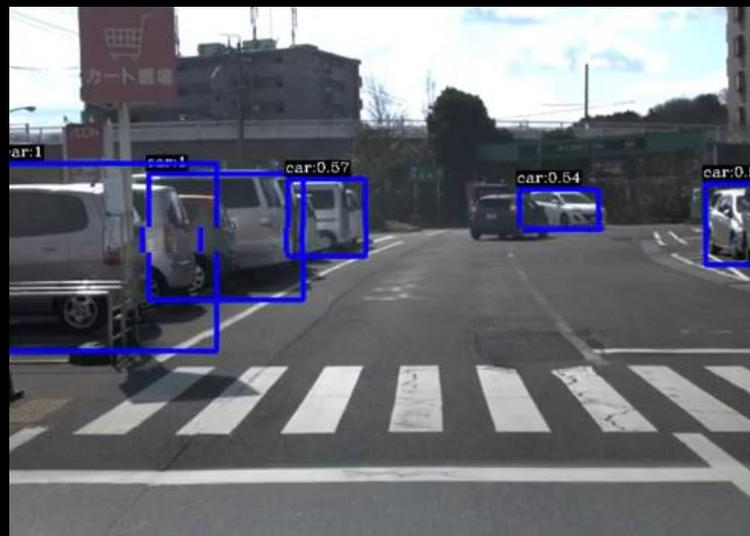


IBEO LUX 8L (3D LIDAR)



Point Grey Grasshopper3 (Camera)

# ディープラーニングによる物体検出



# INTRODUCING NVIDIA DRIVE™ PX

AUTO-PILOT CAR COMPUTER

Dual Tegra X1 • 12 camera inputs • 1.3 GPix/sec

- 2.3 Teraflops mobile supercomputer
- CUDA programmability
- Deep Neural Network Computer Vision
- Surround Vision



256-core Maxwell GPU

8 CPU cores

- 4x ARM Cortex A57

- 4x ARM Cortex A53)

60 fps 4K video

1.3 gigapixel of cameras

20nm process

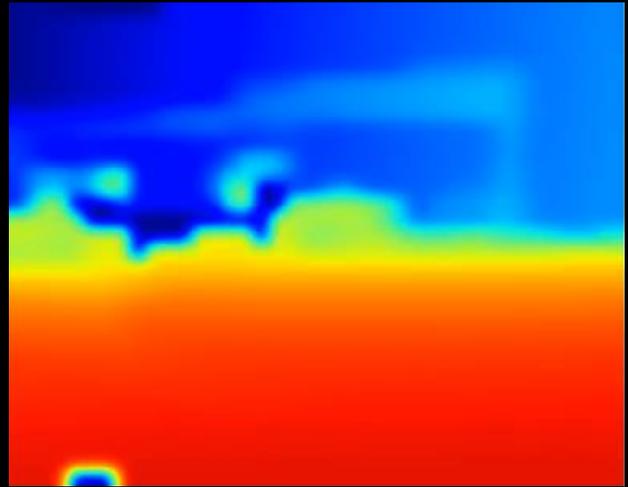
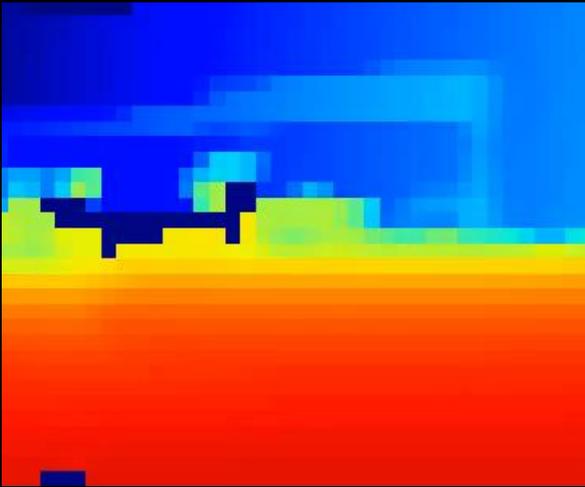
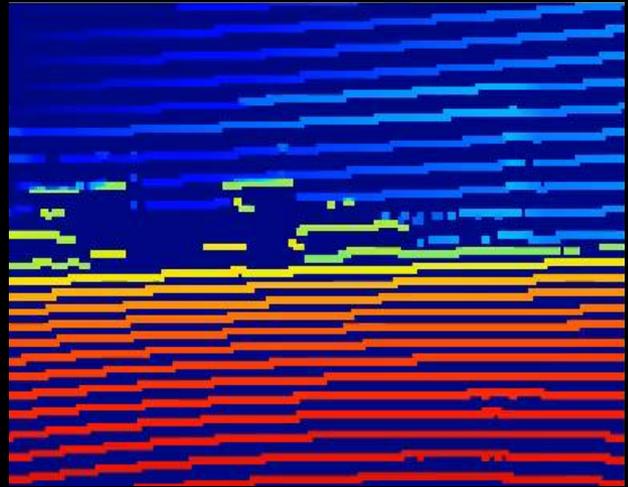


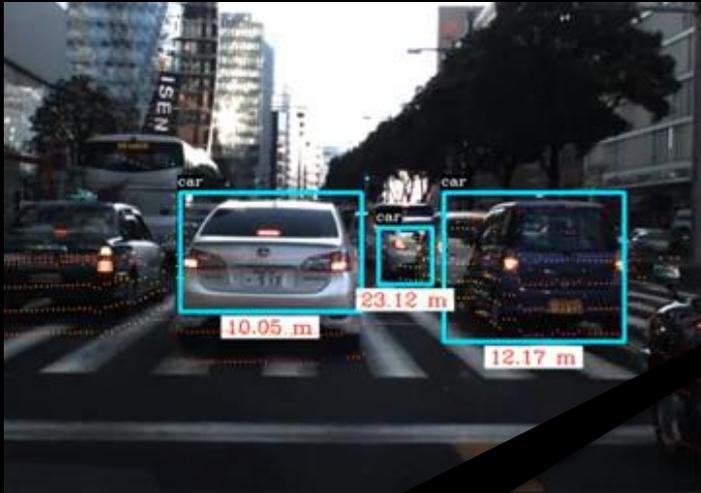
CPU

GPU

# レーザースキヤナによる物体検出



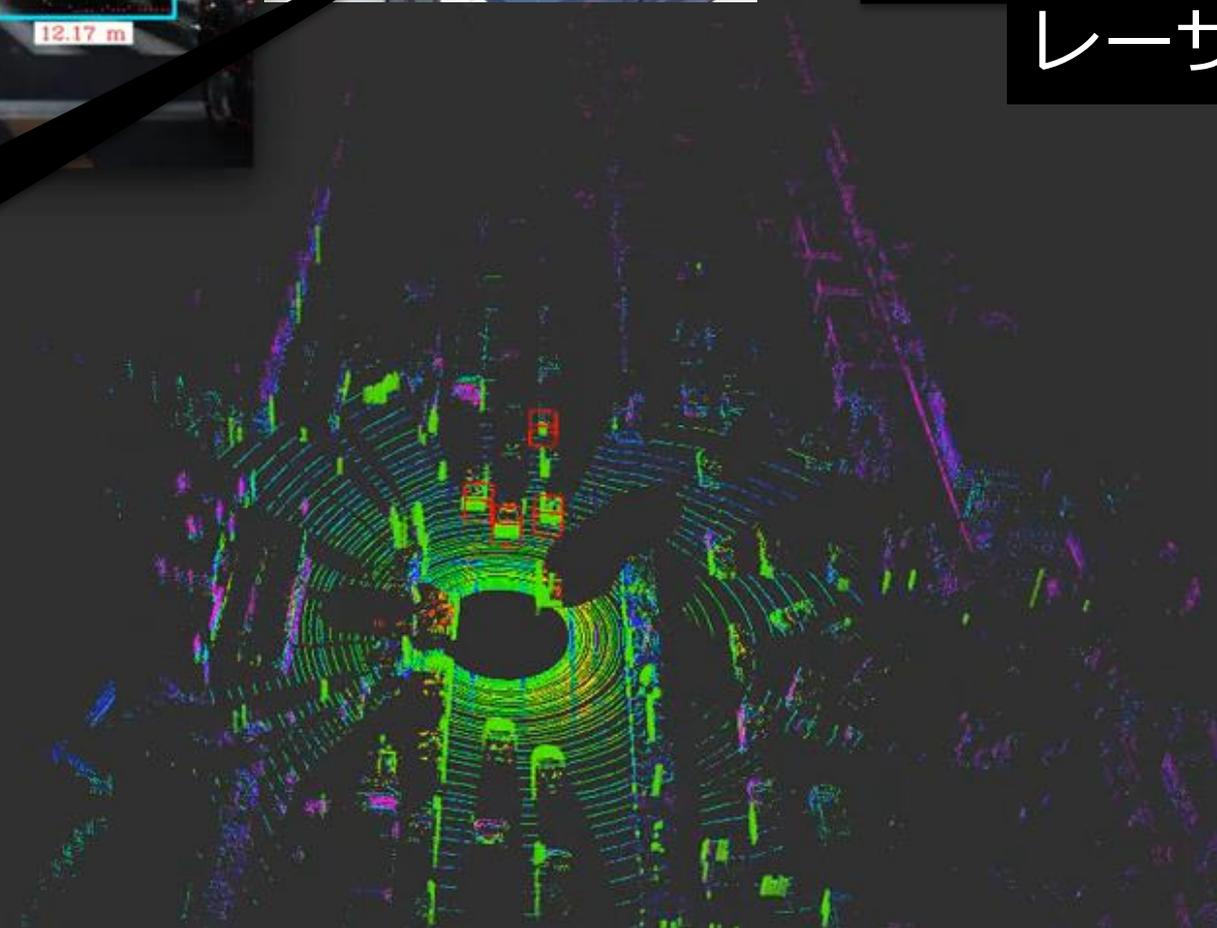


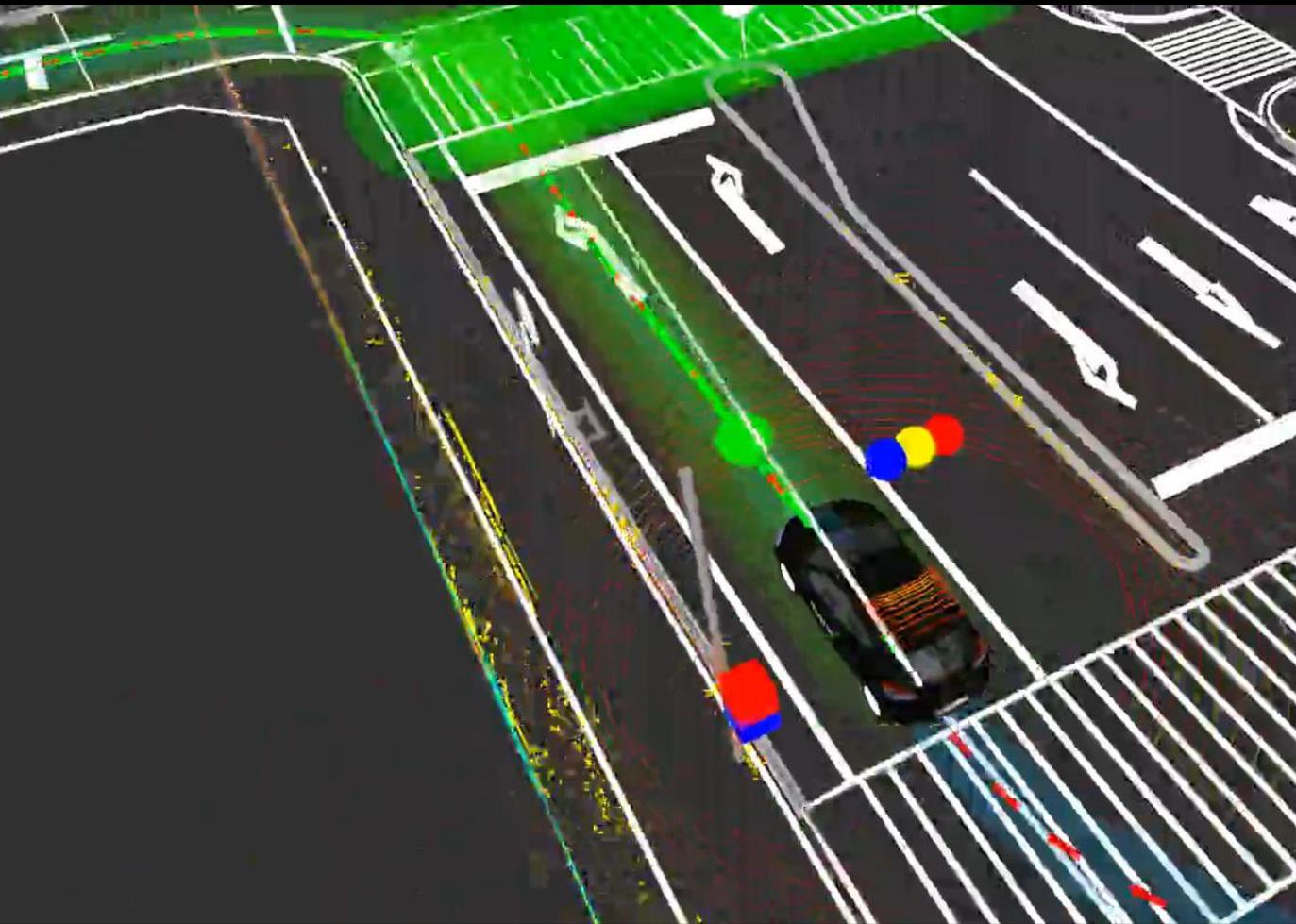


レーザー



カメラ



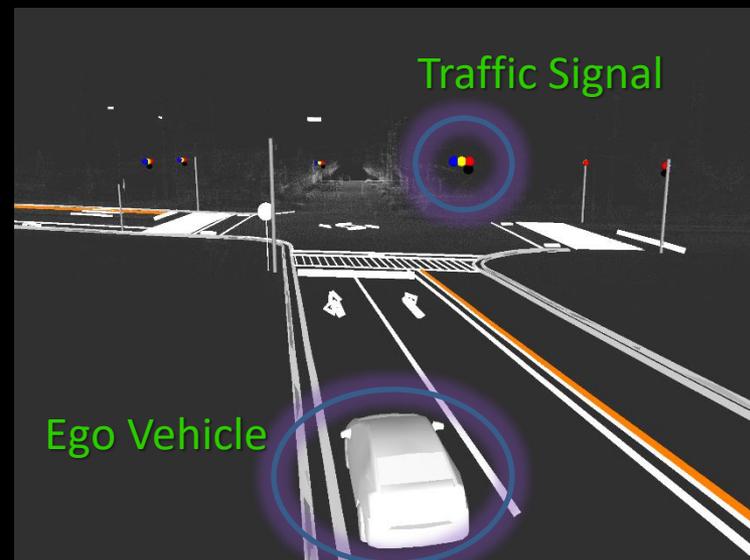




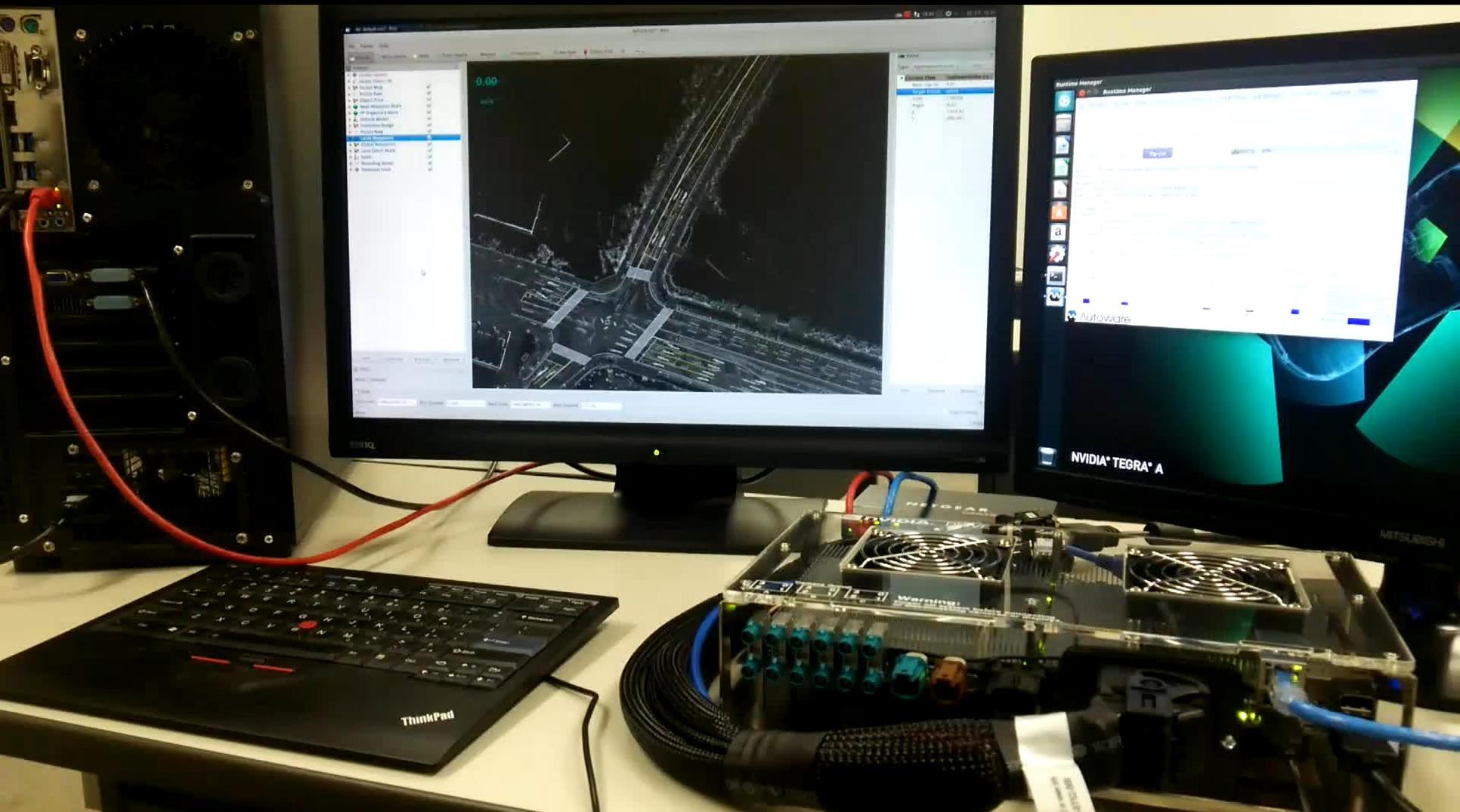
# センサフュージョンによる信号認識



NO SIGNAL DETECTED



# 組み込みシステム化



# 現実空間の仮想化 (RoV)



# 現実空間の仮想化 (RoV)

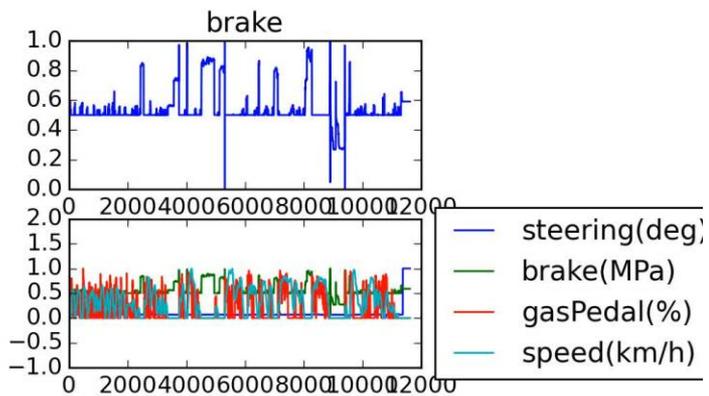
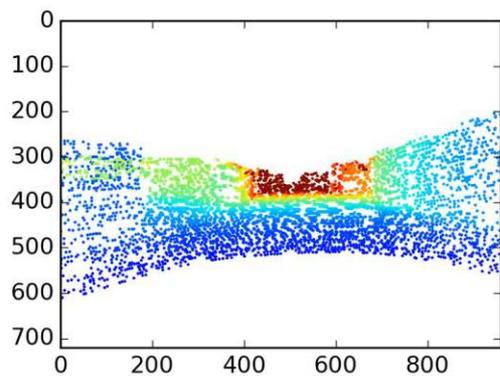
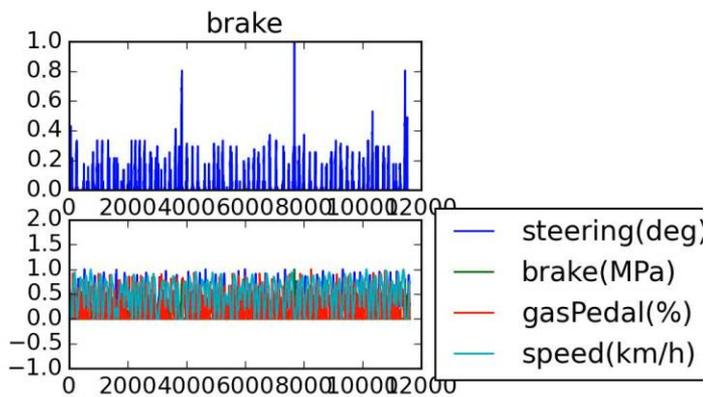
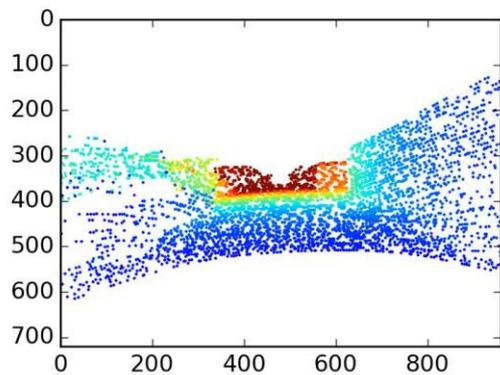
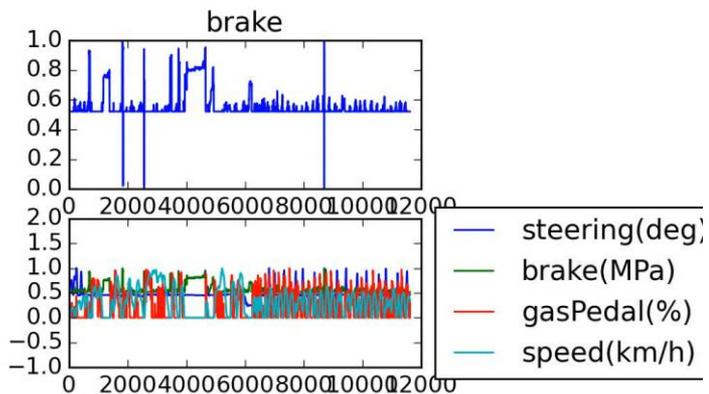
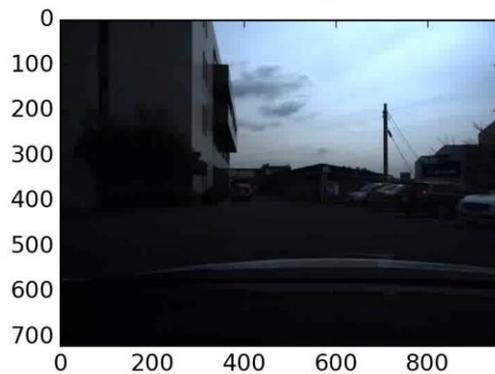
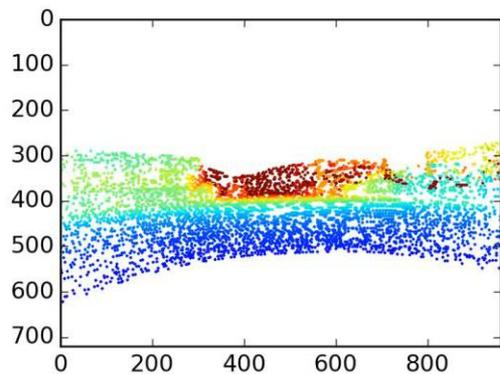


# 現実空間の仮想化 (RoV)



# 現実空間の仮想化 (RoV)



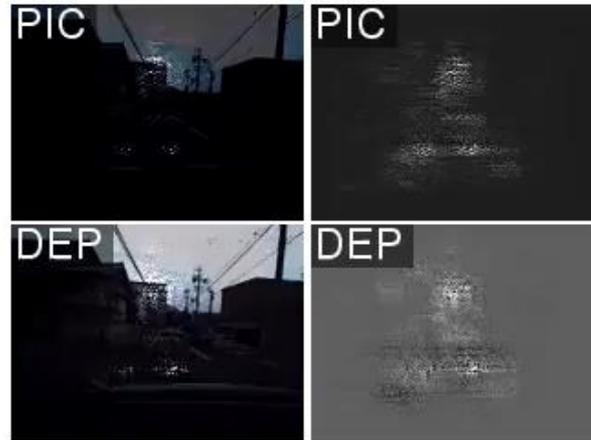


# ディープラーニングによる運転判断

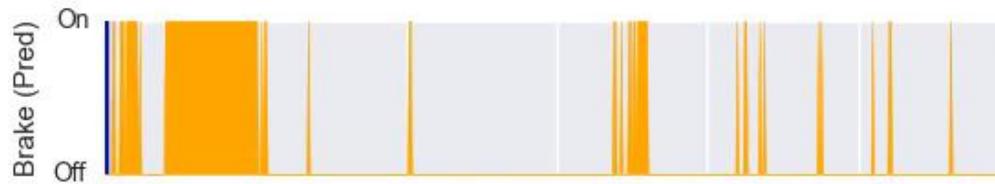
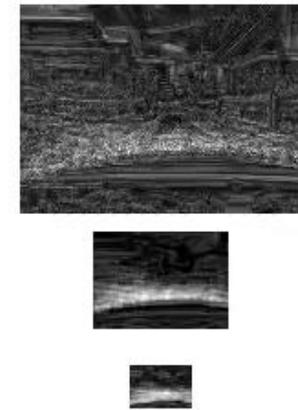
Input



Saliency

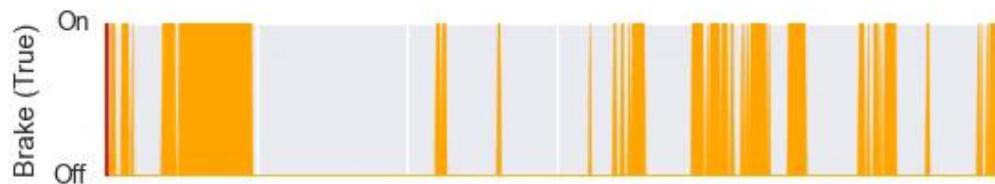


Network

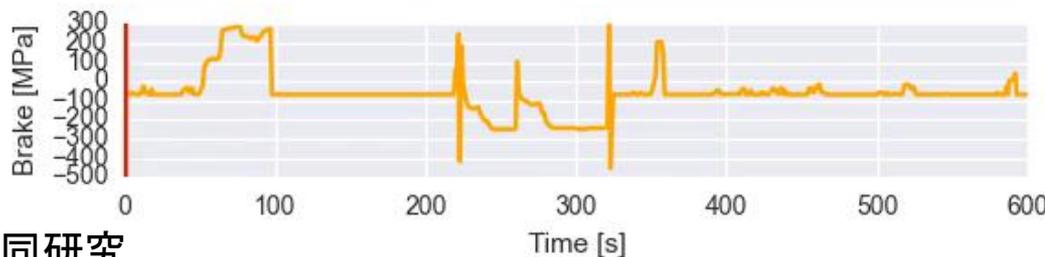


ディープラーニング予測

ブレーキシーン



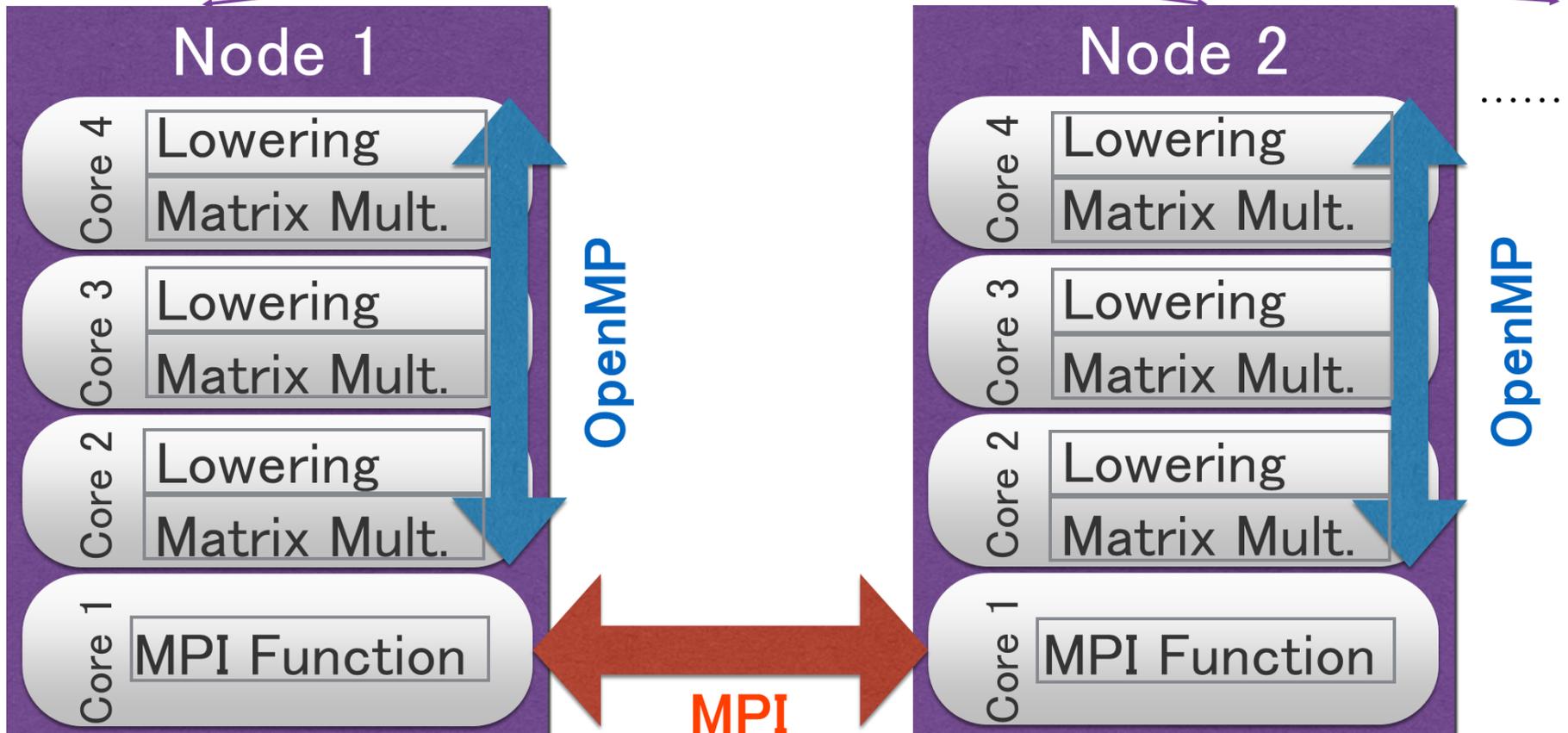
教習所教官の操作



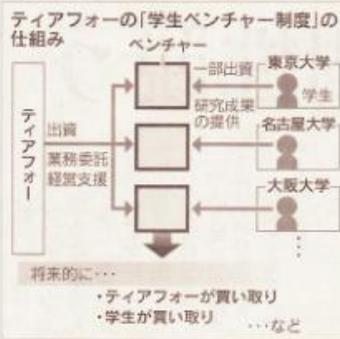
教習所教官の操作  
(詳細データ)

# スパコン×ディープラーニング

Input Data







## 自動運転で学生V B

### ティアフォー ナビソフトなど開発

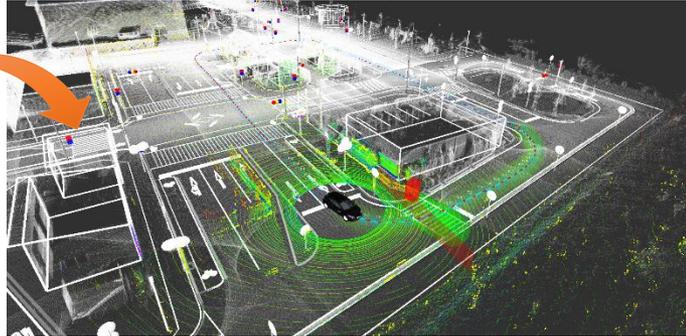
自動運転の技術開発や、関連3社発は9月をメ  
人材育成を掛けるティードに大学で計算機科学的な  
アフォー(名古屋、竹)を専攻する学生が社長

将来的に...  
・ティアフォーが買い取り  
・学生が買い取り...など

ティアフォーは名古屋  
大学が長崎大学や産業技  
術総合研究所などと共同  
で開発した自動運転車の  
基本ソフト(OS)「オート  
トウェン」の普及活動



## 研究技術の社会実装



## 自動運転、学生と6社

ティアフォー設立 人材を育成

自動運転に関連する技術となる。起業に興味を  
備へる人材育成を掛けるティアフォー(名古屋)の支  
店、竹岡尚三社長は、据を通じて新たな人材や  
9月、名古屋大学との共同で自動運転に  
学生と共同で6社の子  
社設立する。ティアフ  
ォーが各社に75%出資す  
る。一方、学生が経営の主  
体となる。起業に興味を  
備へる人材育成を掛ける  
ティアフォー(名古屋)の支  
店、竹岡尚三社長は、据  
を通じて新たな人材や  
9月、名古屋大学との  
共同で自動運転に  
学生と共同で6社の子  
社設立する。ティアフ  
ォーが各社に75%出資  
する。一方、学生が経営  
の主



## 株式会社ティアフォー

- 株式会社マップフォー
- 株式会社センスフォー
- 株式会社アンリアルフォー
- 株式会社ナヴフォー
- 株式会社プラットフォーム
- 株式会社エンブフォー

- 株式会社カチノデ
- 株式会社イーラトリップ
- 株式会社セキュアエンジン

社名(所在地)	事業内容
マップフォー (名古屋)	3次元地図技術の開発
センスフォー (同)	イメージングデバイスなどの開発
アンリアルフォー (同)	仮想現実サービスなどの開発
ナヴフォー (同)	ナビゲーションシステムの開発
プラットフォーム (滋賀県草津市)	自動運転に関する技術開発、提供、補助
エンブフォー (大阪府池田市)	組込みソフトの研究、開発

ティアフォーが設立する子会社の概要

長崎大学や産業技術総合「エア」の普及活動に取り  
研究所などと共同で開発 組んでいる。OSはロ  
ットした自動運転の基本ソフト(OS)「オート  
トウェン」の普及活動



# ティアフォーアカデミー

## 体感

自動運転車に乗れる

経営者の方はこちらへ

## 技術

自分の手で  
自動運転システムを作れる

技術者の方はこちらへ

Tier IV Academy  
「自動運転システム構築塾」短期集中セミナー

## ソフトウェア演習 x 自動運転車実習

「自動運転車」に乗ることで、  
新製品・サービス開発のヒントが見えてくる！

「自動運転システム」を自分で作ることで、  
技術開発の課題が見えてくる！

## 必修ビジネスパーソン

あらゆる業界にビジネスチャンス！

自動運転の時代が近づいています。2025年には世界で1450万台の自動運転車が走る予測されます。この巨大市場に続々と新規プレーヤーが参入し、見たこともない製品やサービスが登場するかも知れません。完成車メーカーを頂点とした産業構造も大きく変化します。そして、コア技術とシステムの詳細はオープンになっていきます。業界や企業規模に関わりなく、「自動運転技術」を理解し、システム構築力・提案力を身につけた企業だけがビジネスチャンスを手にする時代が到来します。

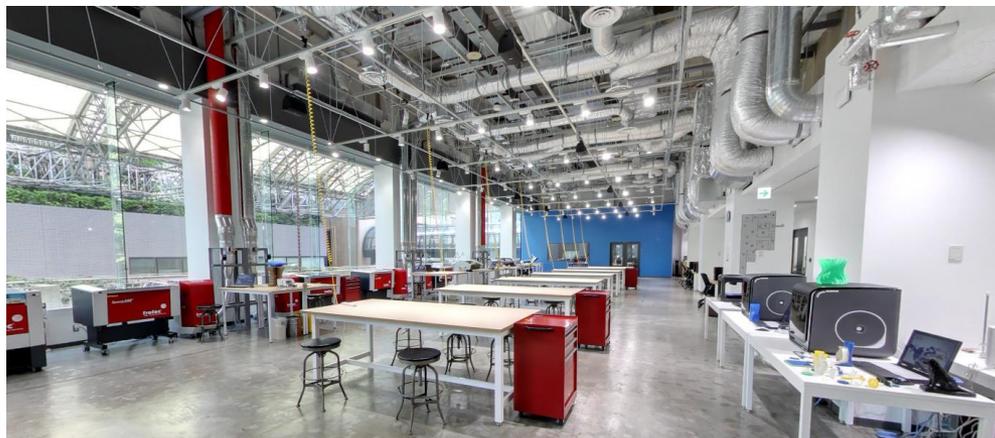
■自動運転車の世界市場予測

年	完全自動運転車 (万台)	部分自動運転車 (万台)	合計 (万台)
2015年	0	0	0
2025年	1450	1450	2900
2035年	3000	1500	4500

部分/完全自動運転車は2025年に1450万台、2035年に3000万台  
新車販売台数に占める割合は2025年13%、2035年25%

出所:BCG分析、just-auto.com July 2014 market analysis, LMC Automotive, IHS Global Standards

<http://www.nikkeibp.co.jp/lab/atsys/>



TechShop Japan@六本木アークヒルズ



ティアフォーアカデミー

Google 検索

I'm Feeling Lucky

# 自動運転システムの全容と大学発ベンチャーの挑戦

## *Thank You!*



## *Join Us!*

加藤真平  
東京大学大学院情報理工学系研究科・准教授

情報処理学会 xSIG 2017  
2017.4.26