



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

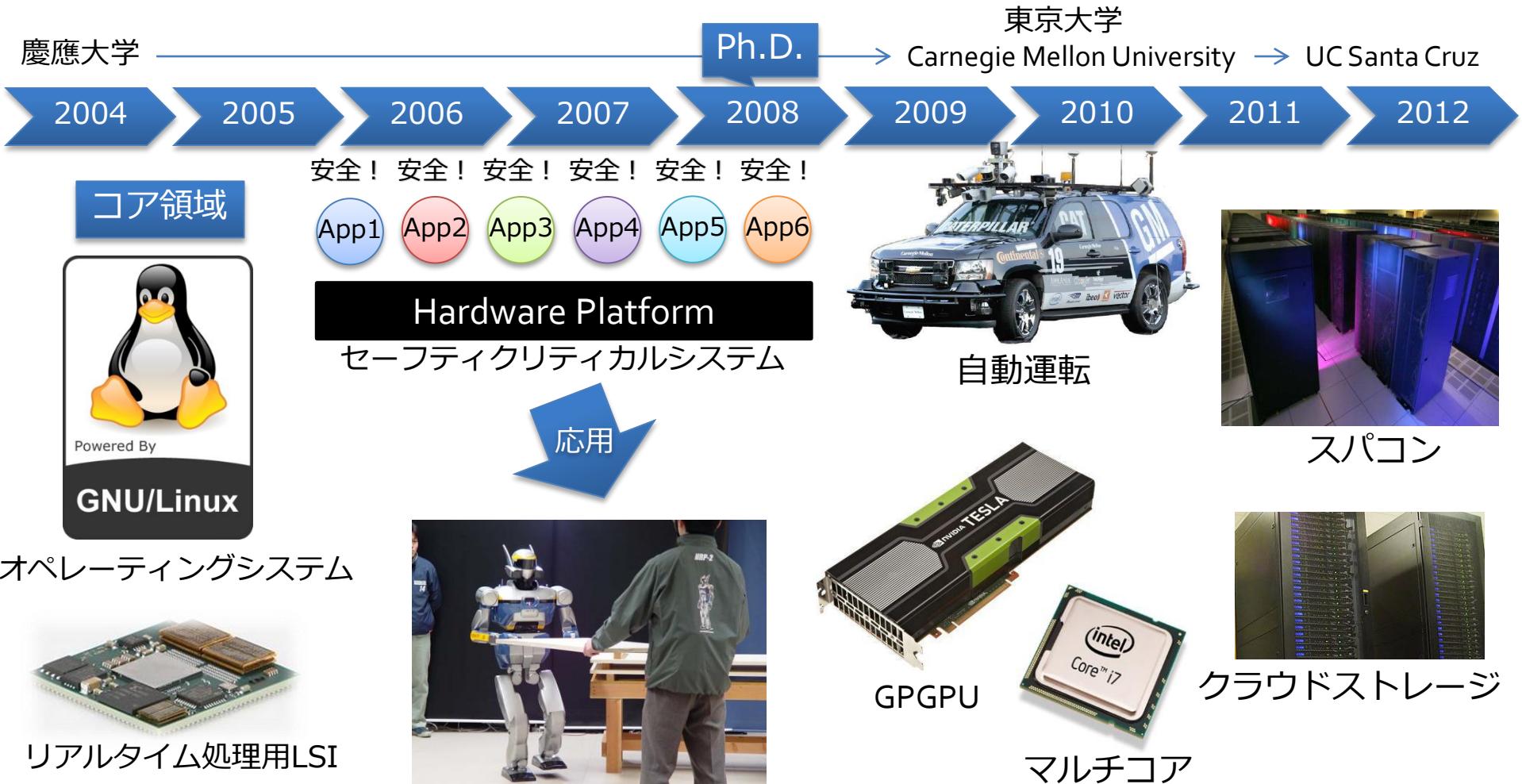
東京大学大学院情報理工学系研究科 准教授
名古屋大学未来社会創造機構 客員准教授
株式会社ティアフォー 創業者（兼取締役CTO）





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）





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）





2002

2016

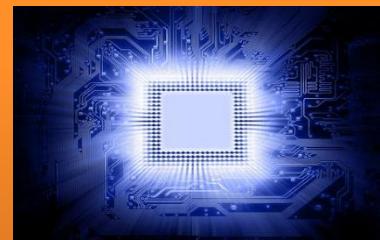
2020+



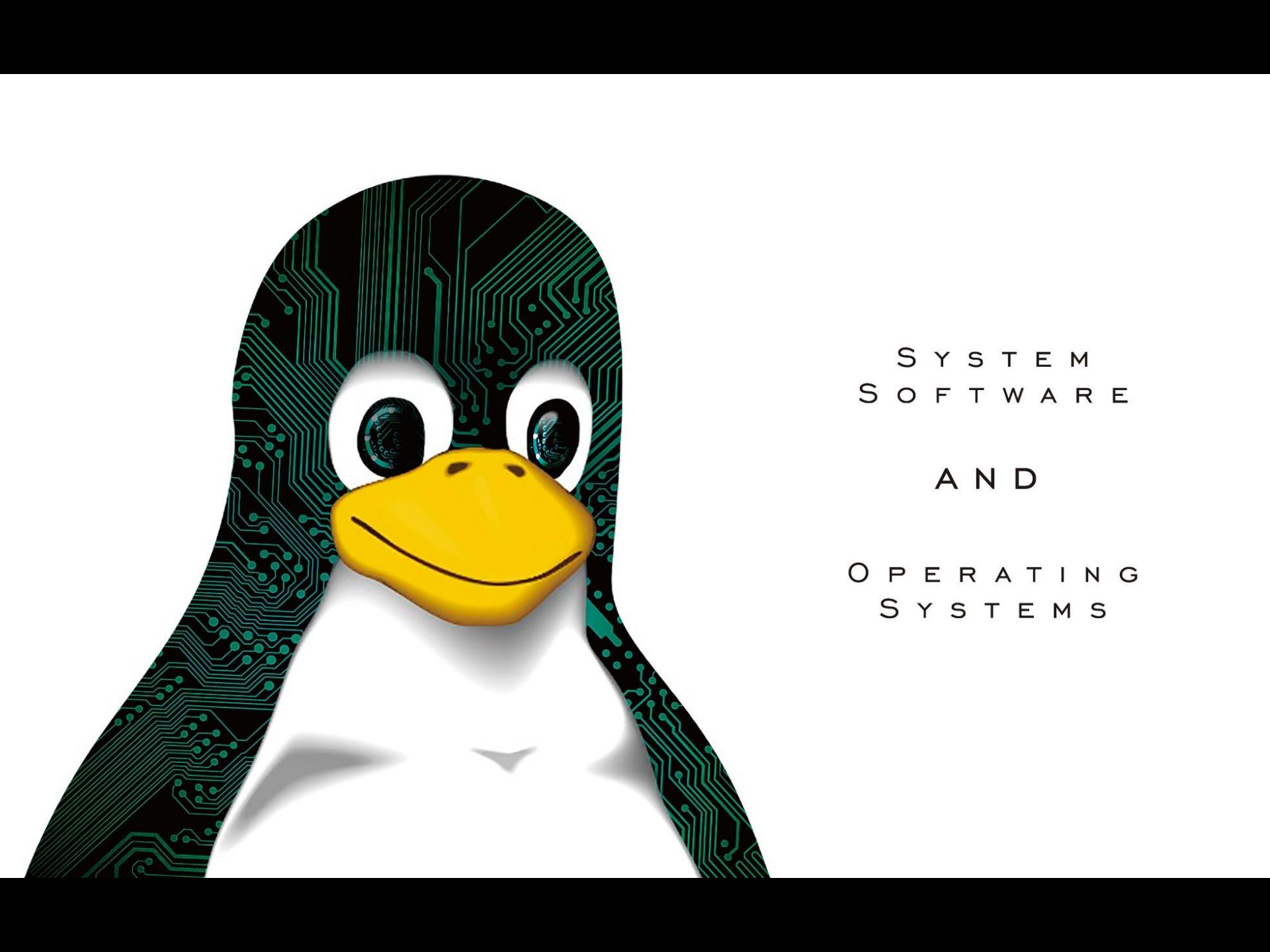
One room
 1300m^2
6000KW



One box
 1m^2
2KW



One chip
 1cm^2
6W

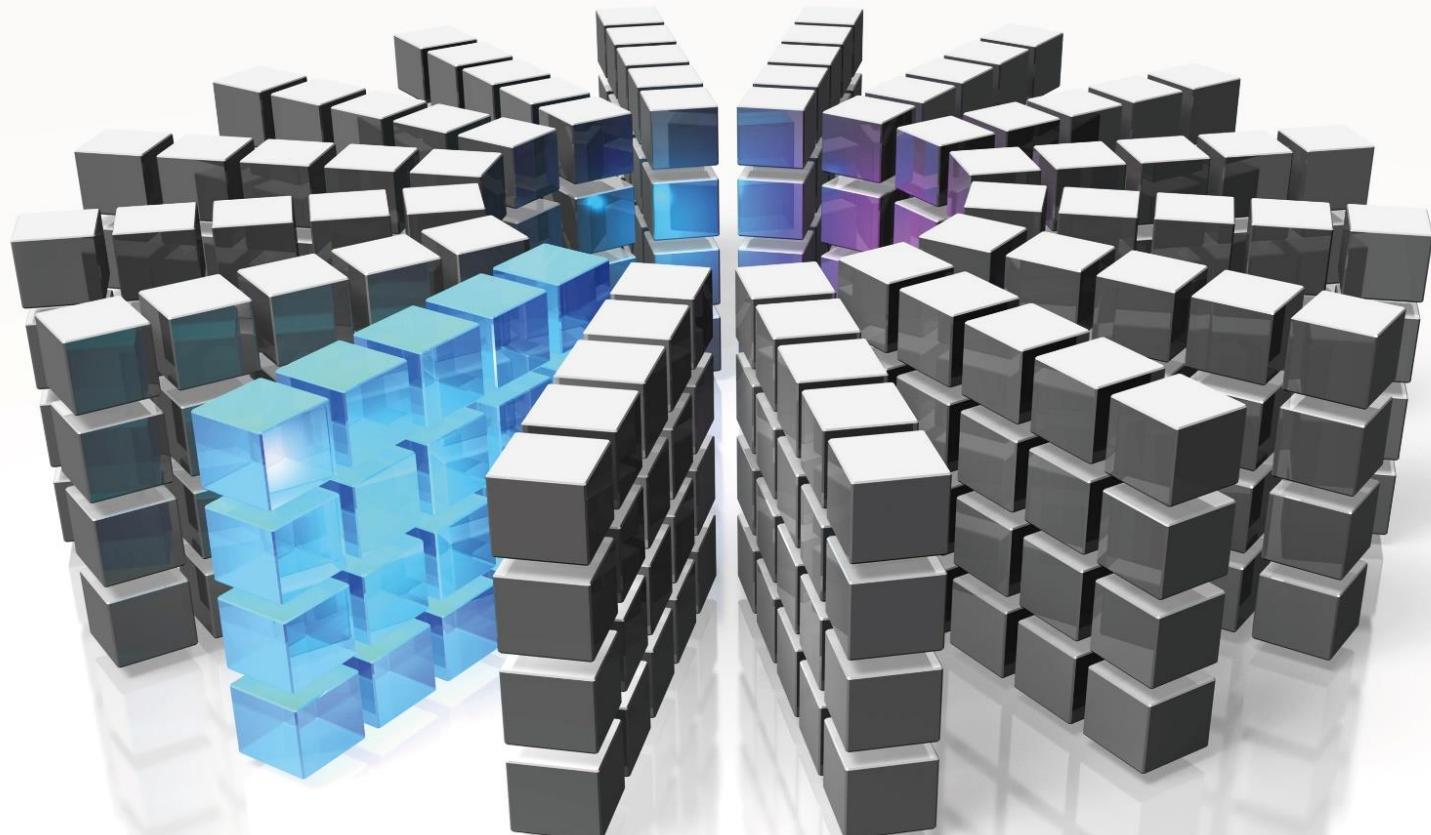


S Y S T E M
S O F T W A R E

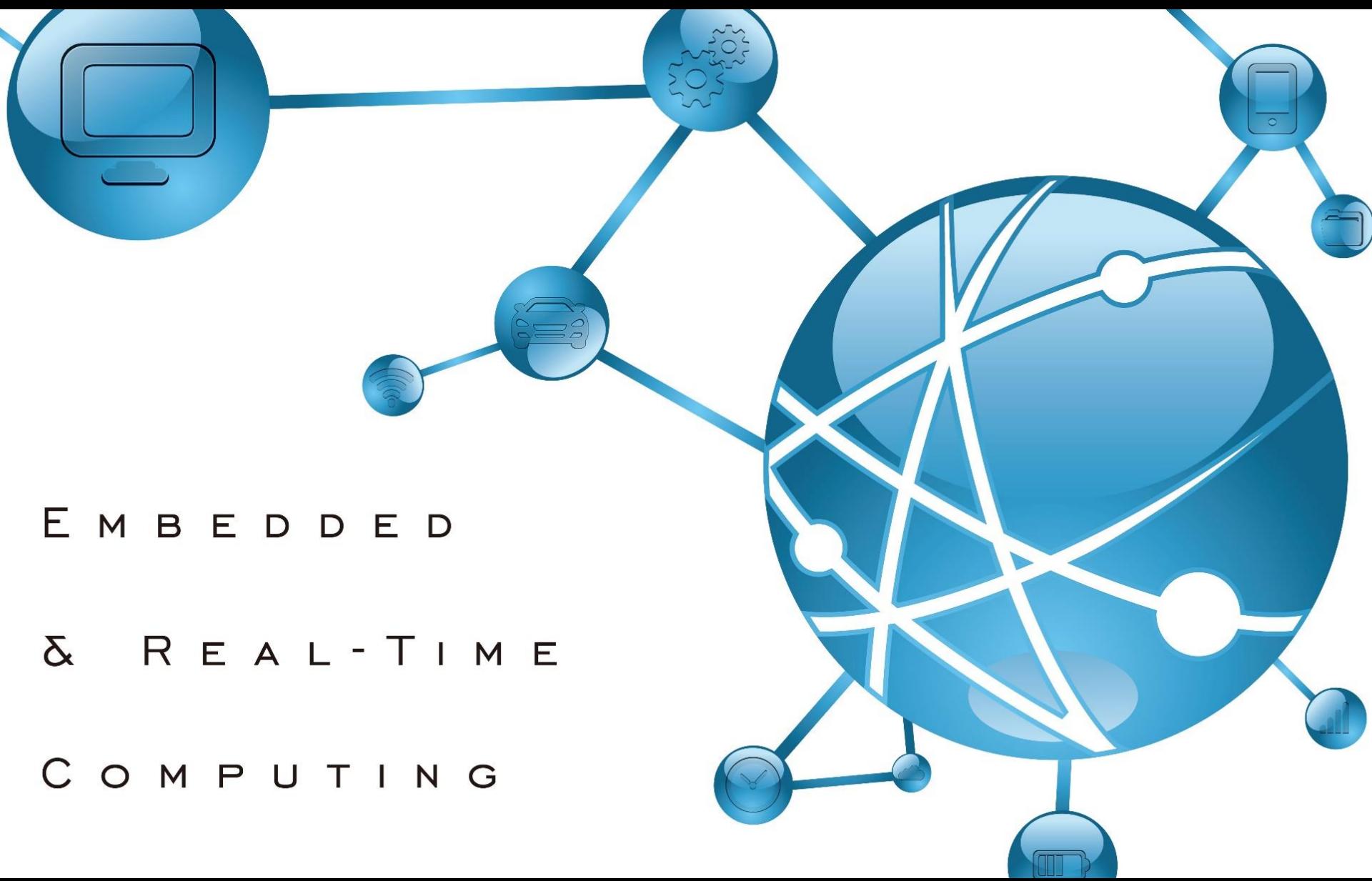
A N D

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

PARALLEL & DISTRIBUTED COMPUTING



E M B E D D E D
& R E A L - T I M E
C O M P U T I N G



AI
INTELLIGENT
APPLICATIONS



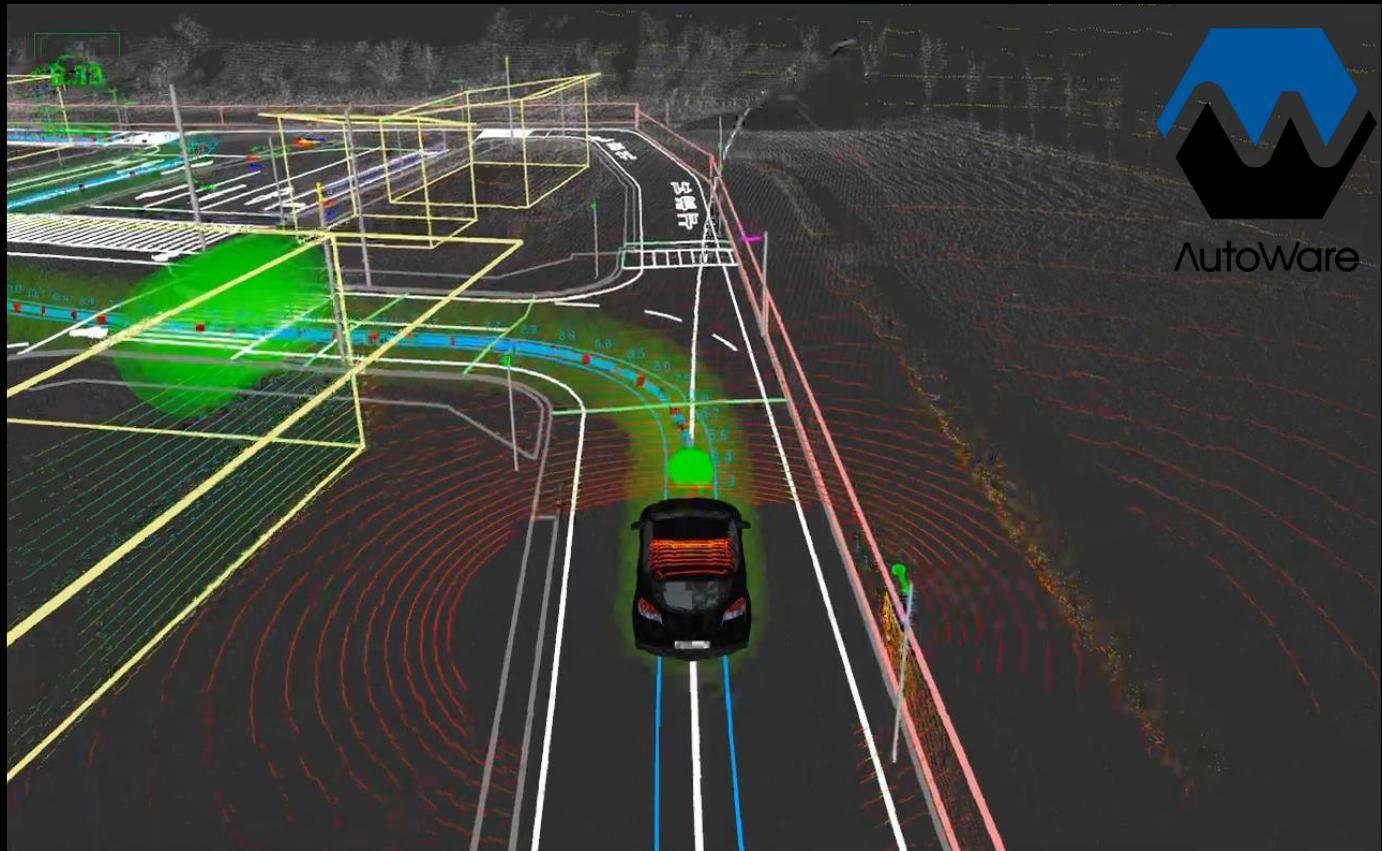
自動運転システムの全容と大学発ベンチャーの挑戦

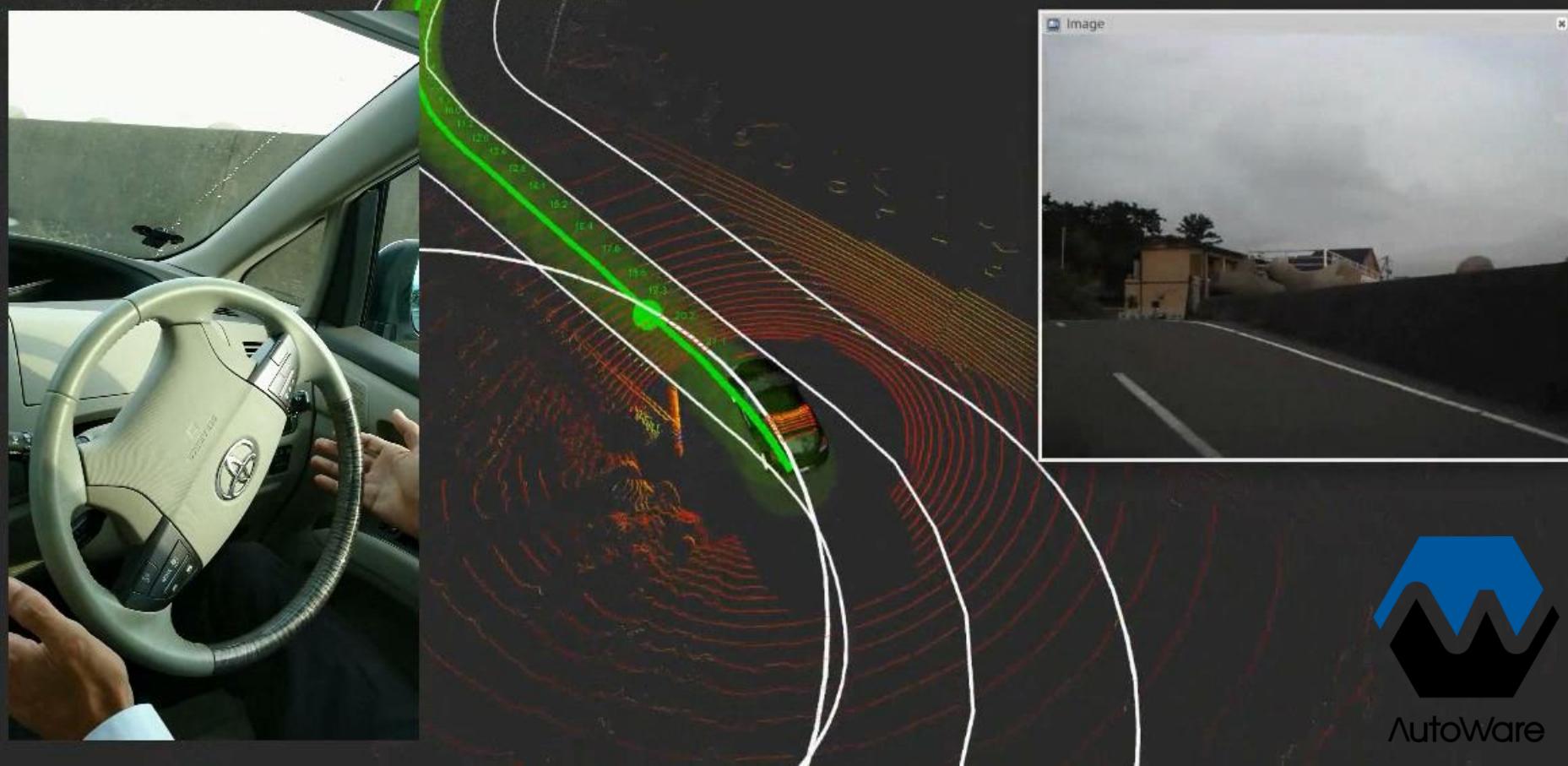


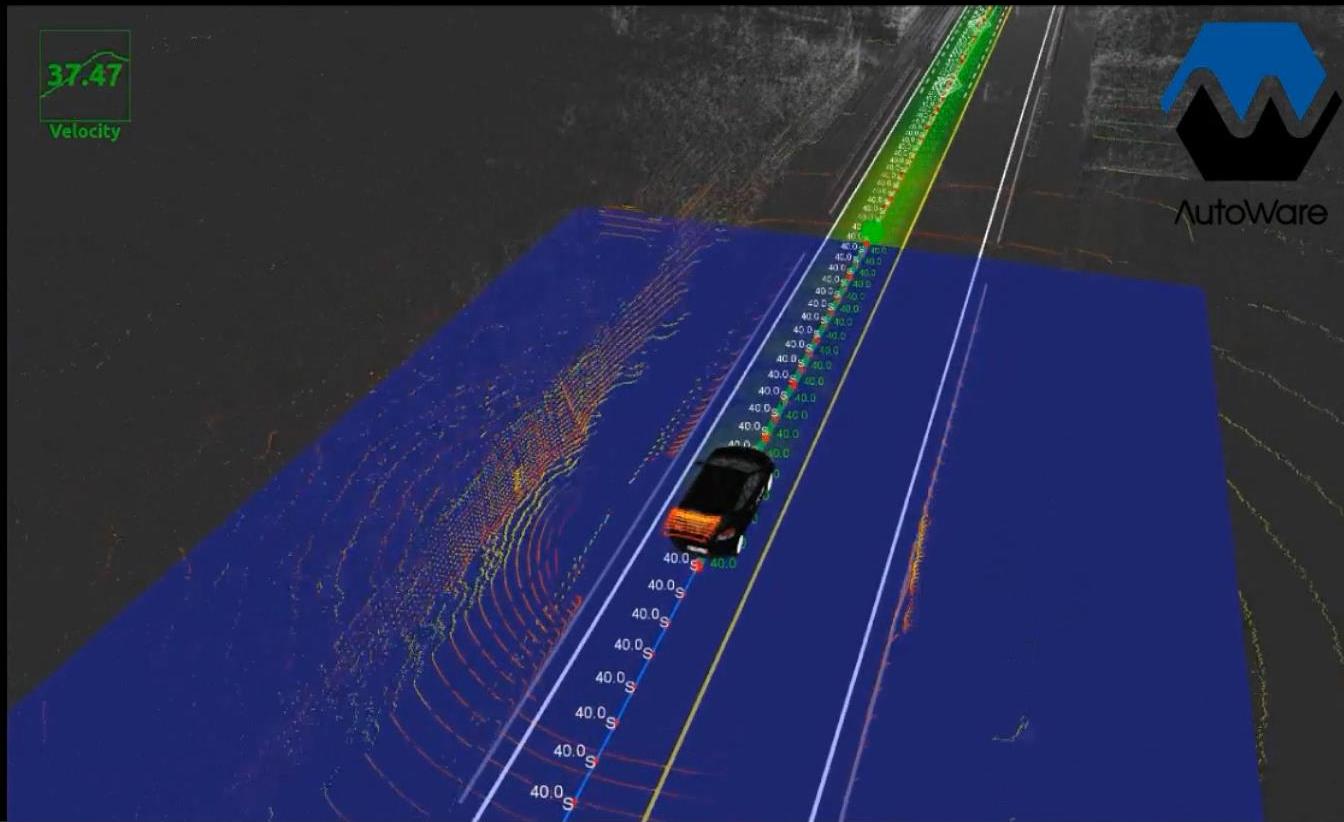
加藤真平
東京大学大学院情報理工学系研究科・准教授

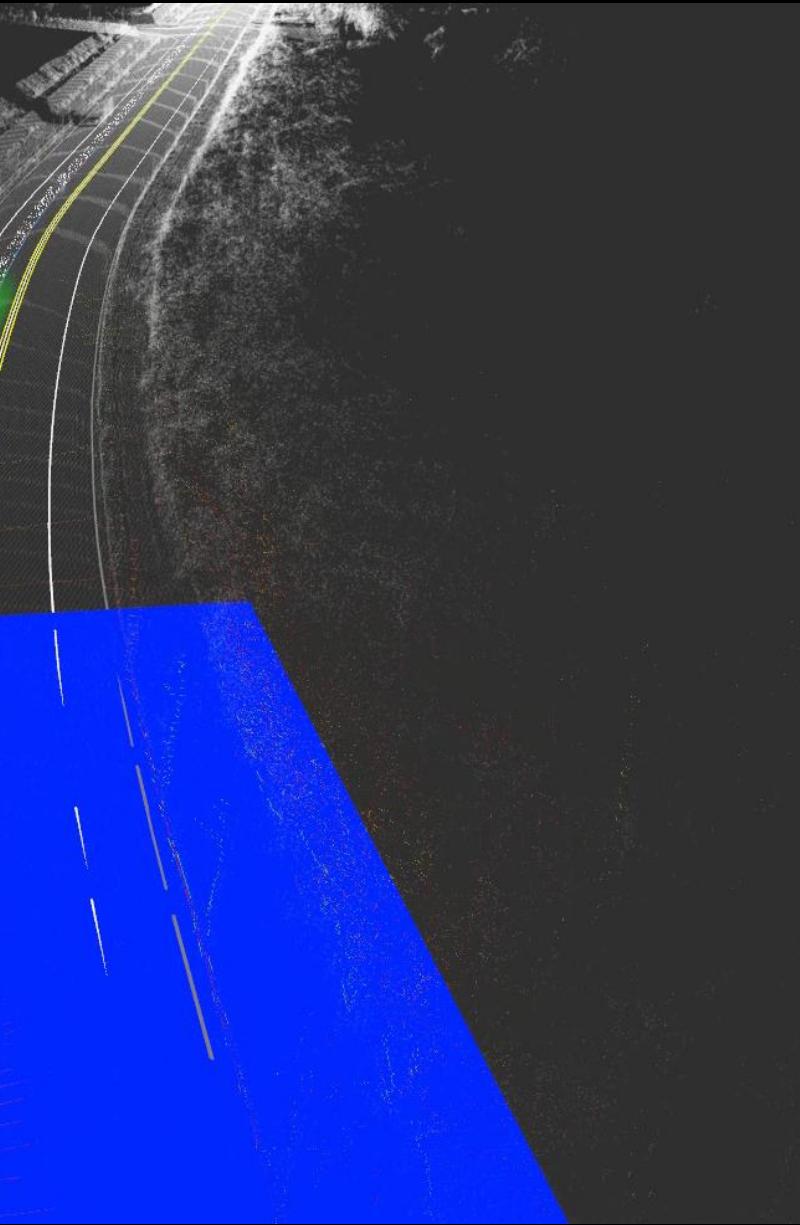
情報処理学会 xSIG 2017
2017.4.26











ANN
NEWS

安全?
無人タクシーが行く
山道を住民ら乗せ

新着のいま何が?



TV Asahi: Nov 6, 2016

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”

キャプチ!

MARINE SPIRITS

TBS: Sep 2, 2016

6:16

自動走行車
名古屋大学の開発は

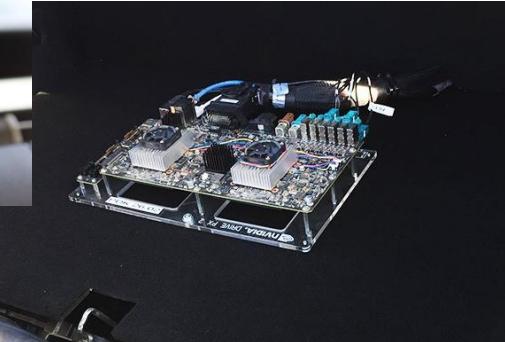
NHK: June 6, 2015

オープンイノベーション

EVユニット

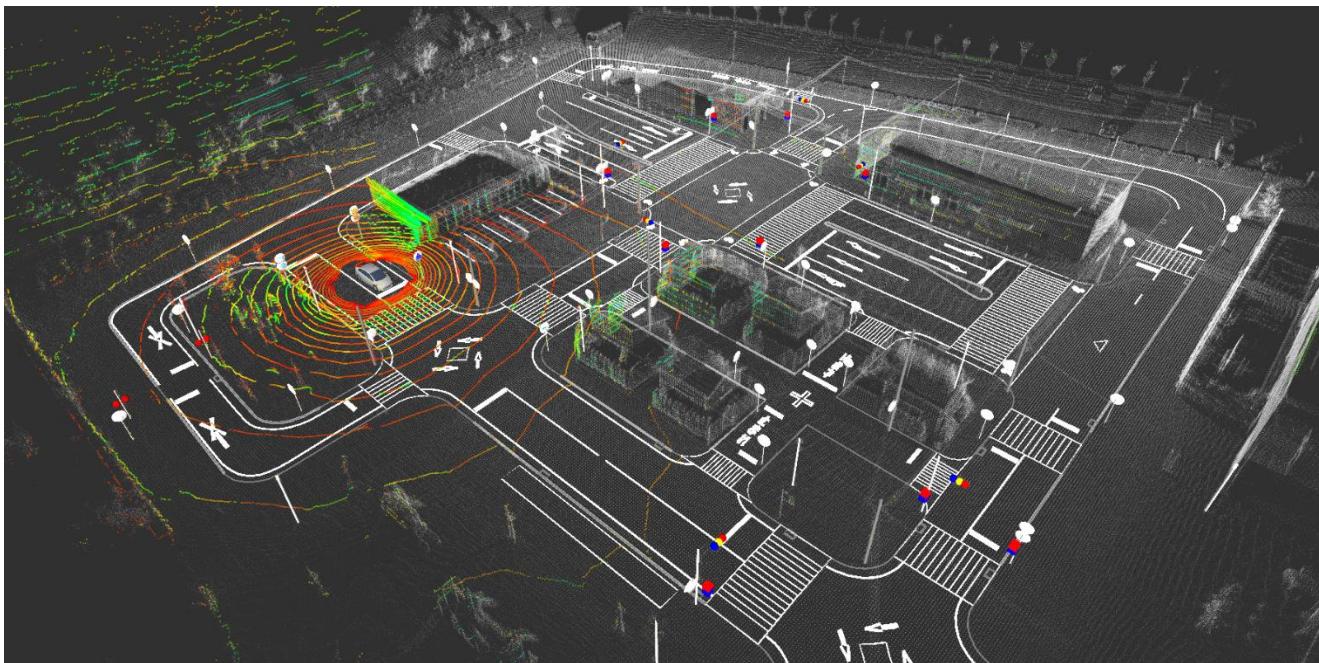


車載ボード



スマート機器

高精度3次元地図

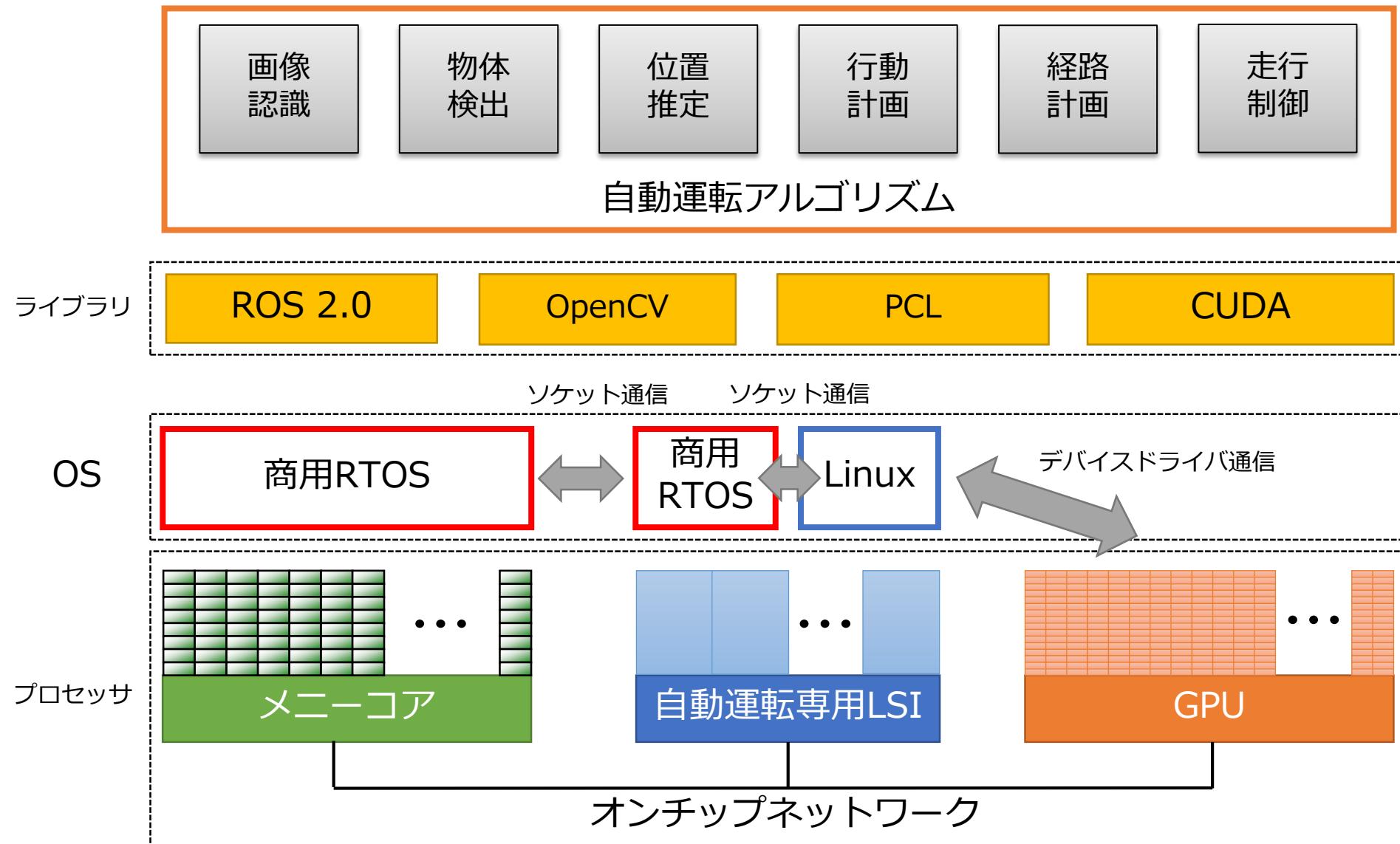


基本ソフトウェア



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/cpf1/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

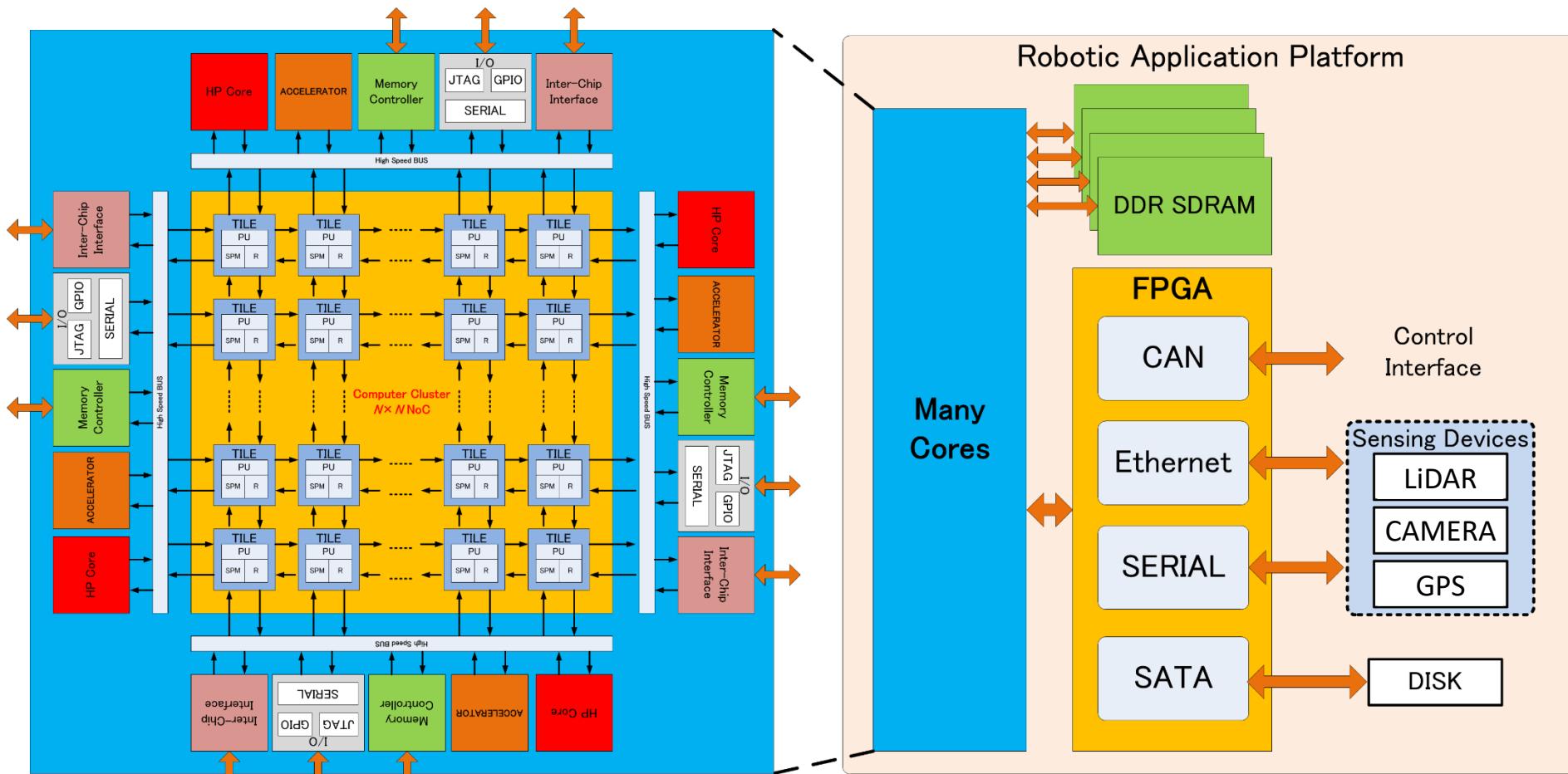
マルチコア&
メニーコア

GPGPU&
専用LSI

カメラ
レーダー

GPS
レーザー

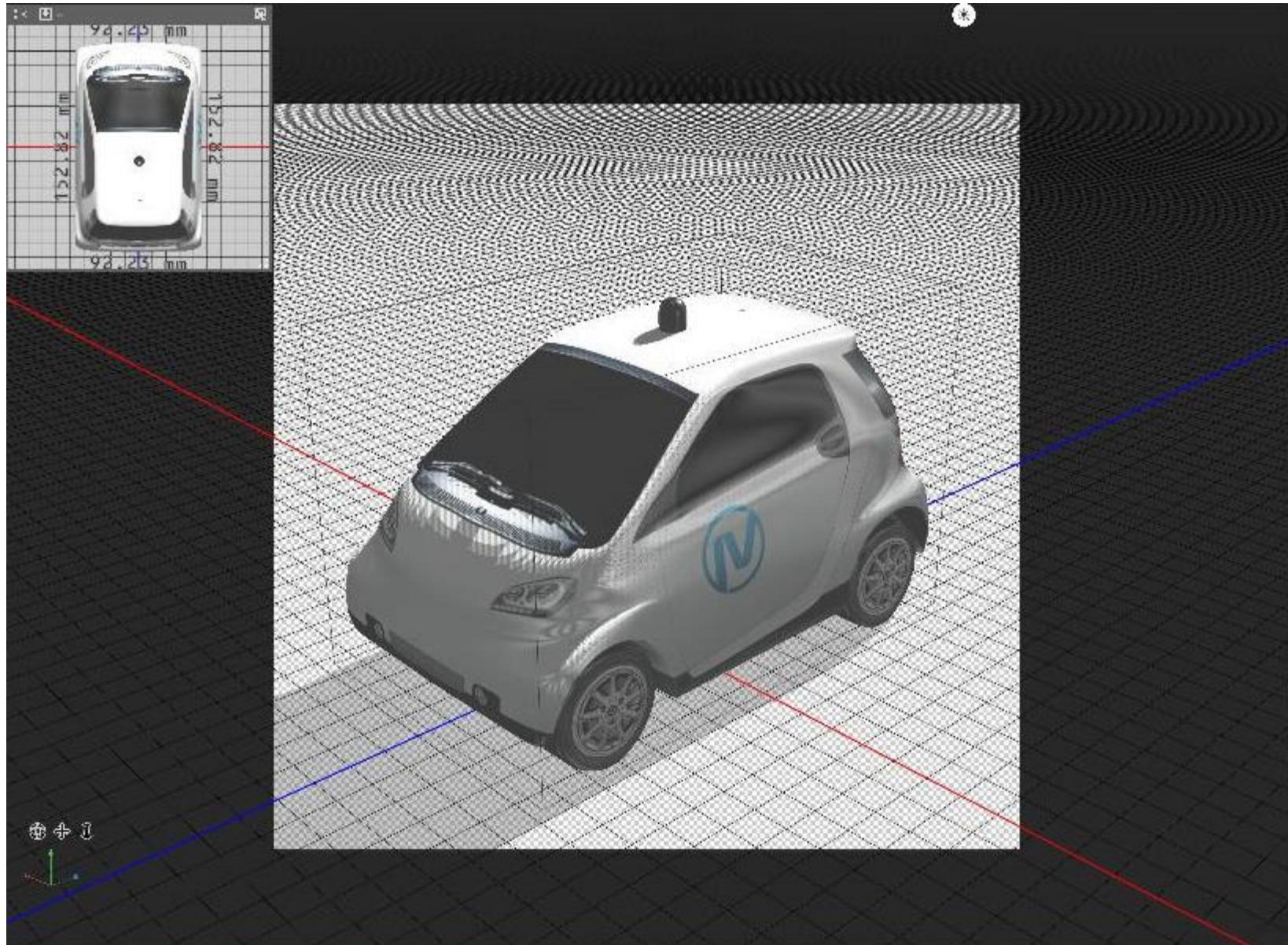
オープンチップ



【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



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



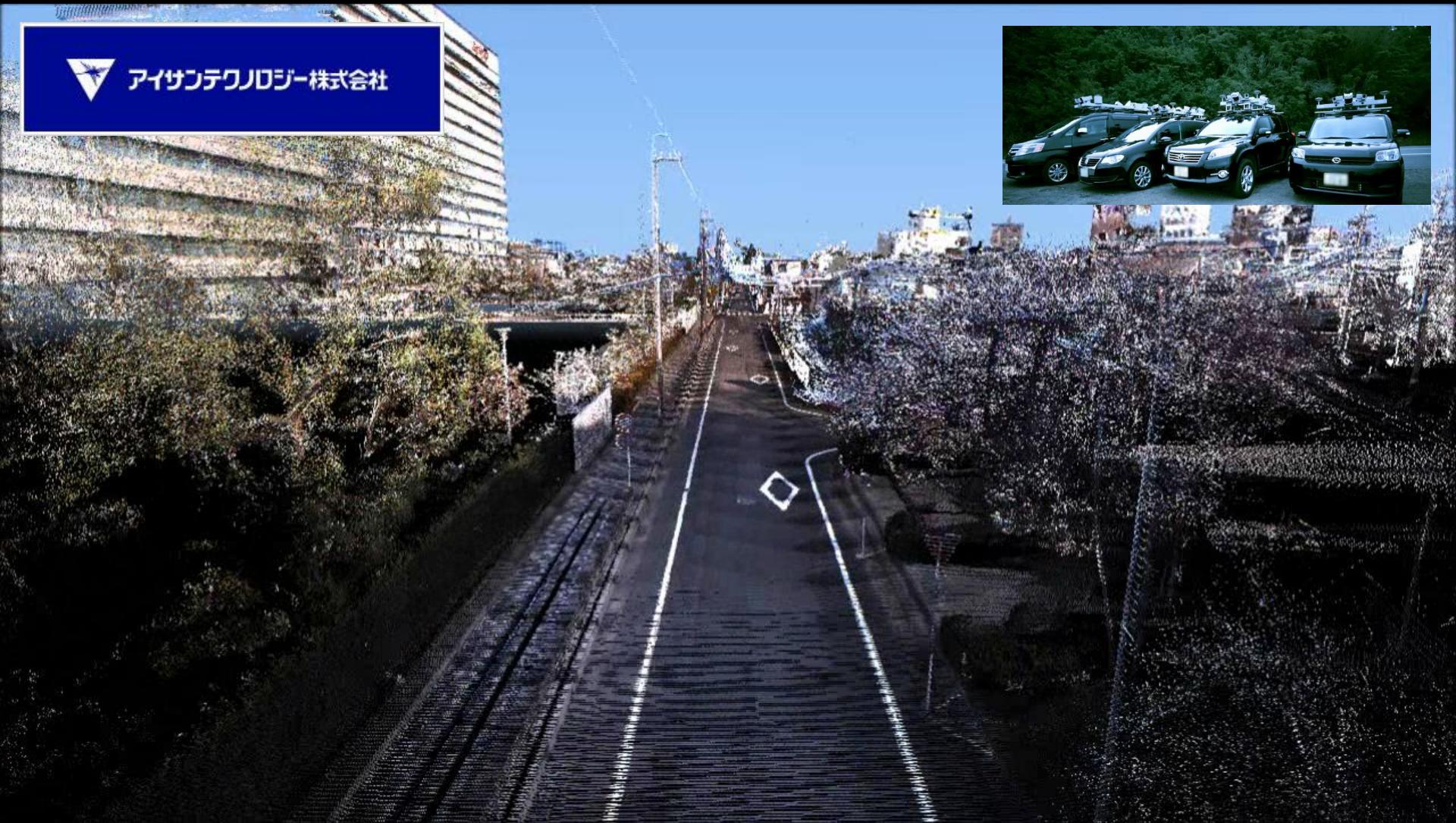
シェアリングエコノミー
創造的破壊

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

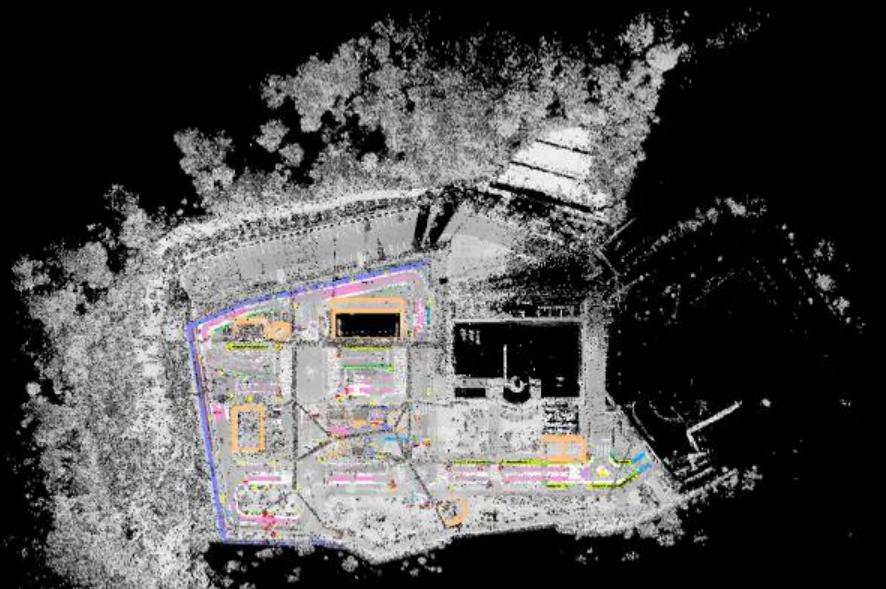


高精度3次元地図



レベル： Toyota (バーシスタント)

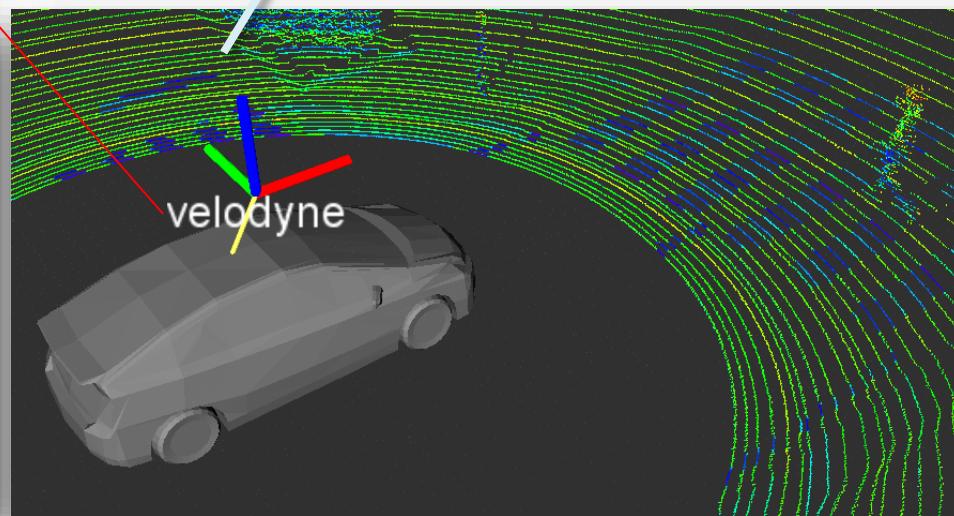
高精度3次元地図

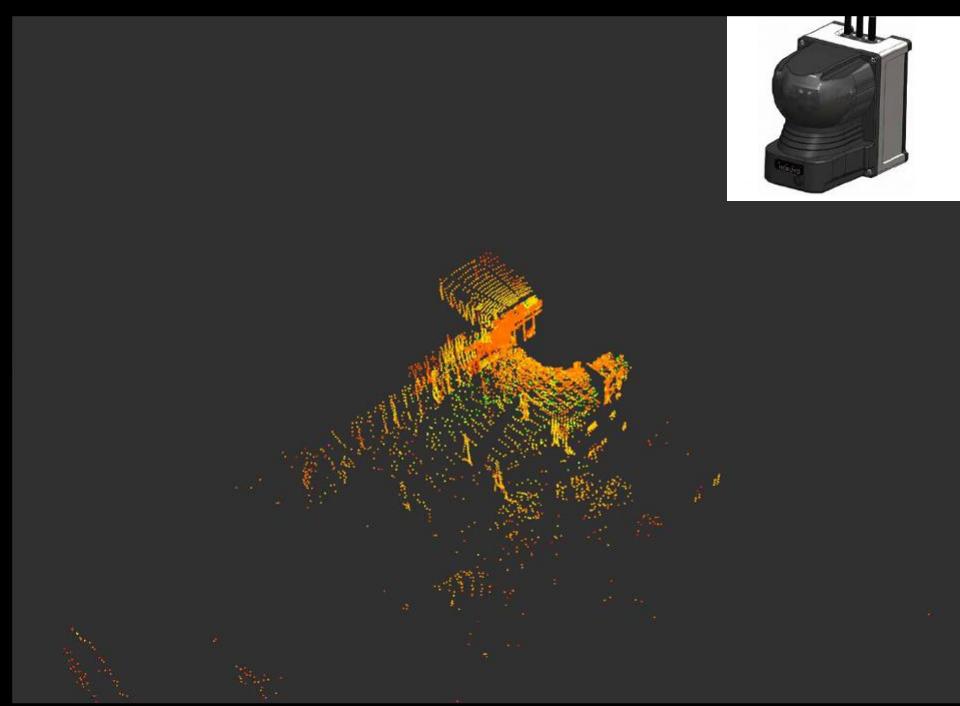
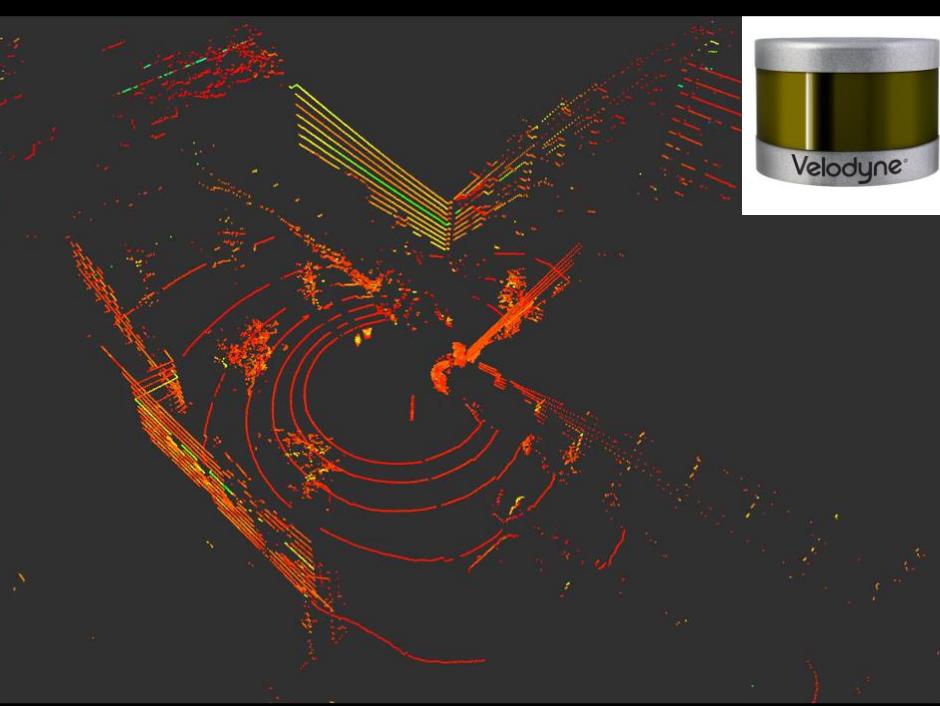
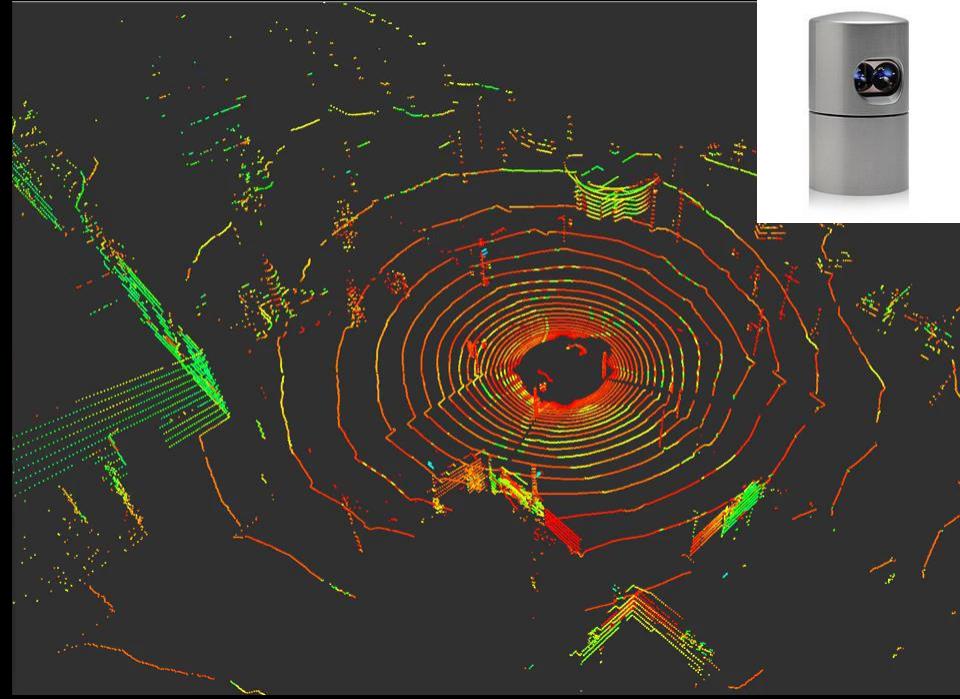
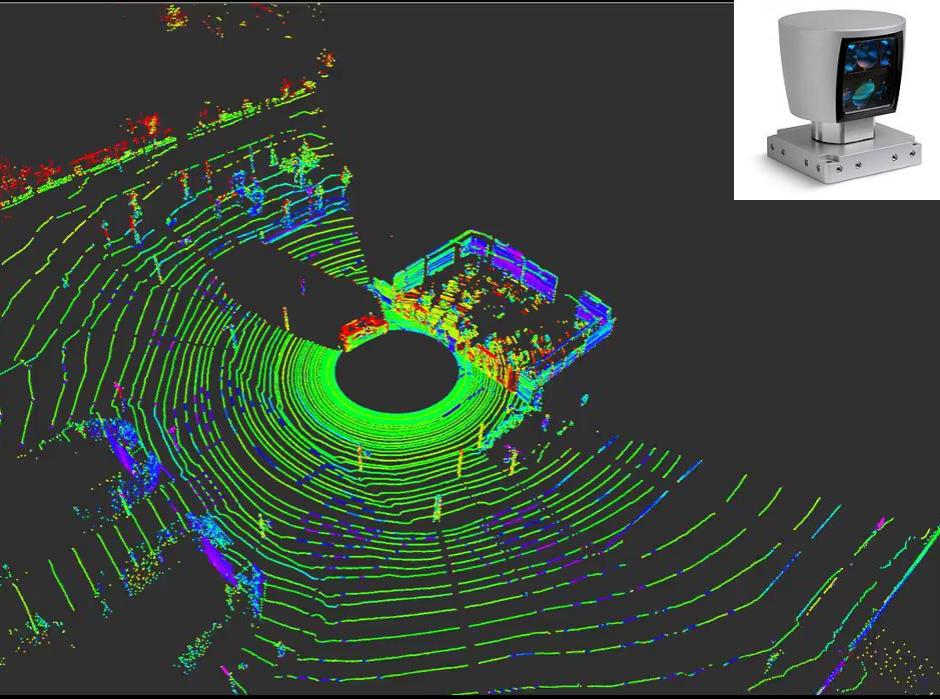


3次元レーザースキャナ (LiDAR)



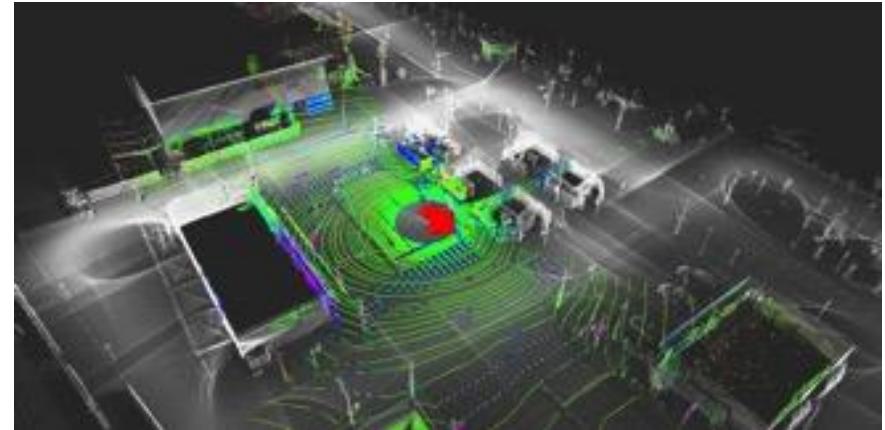
周りの環境を点の集まり(点群/ポイントクラウド)として取得



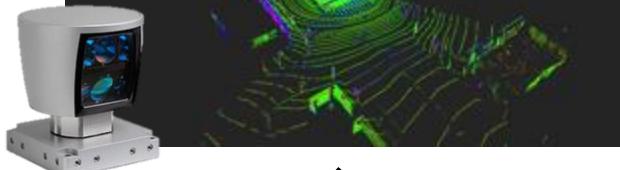


スキヤンマッチングによる位置推定

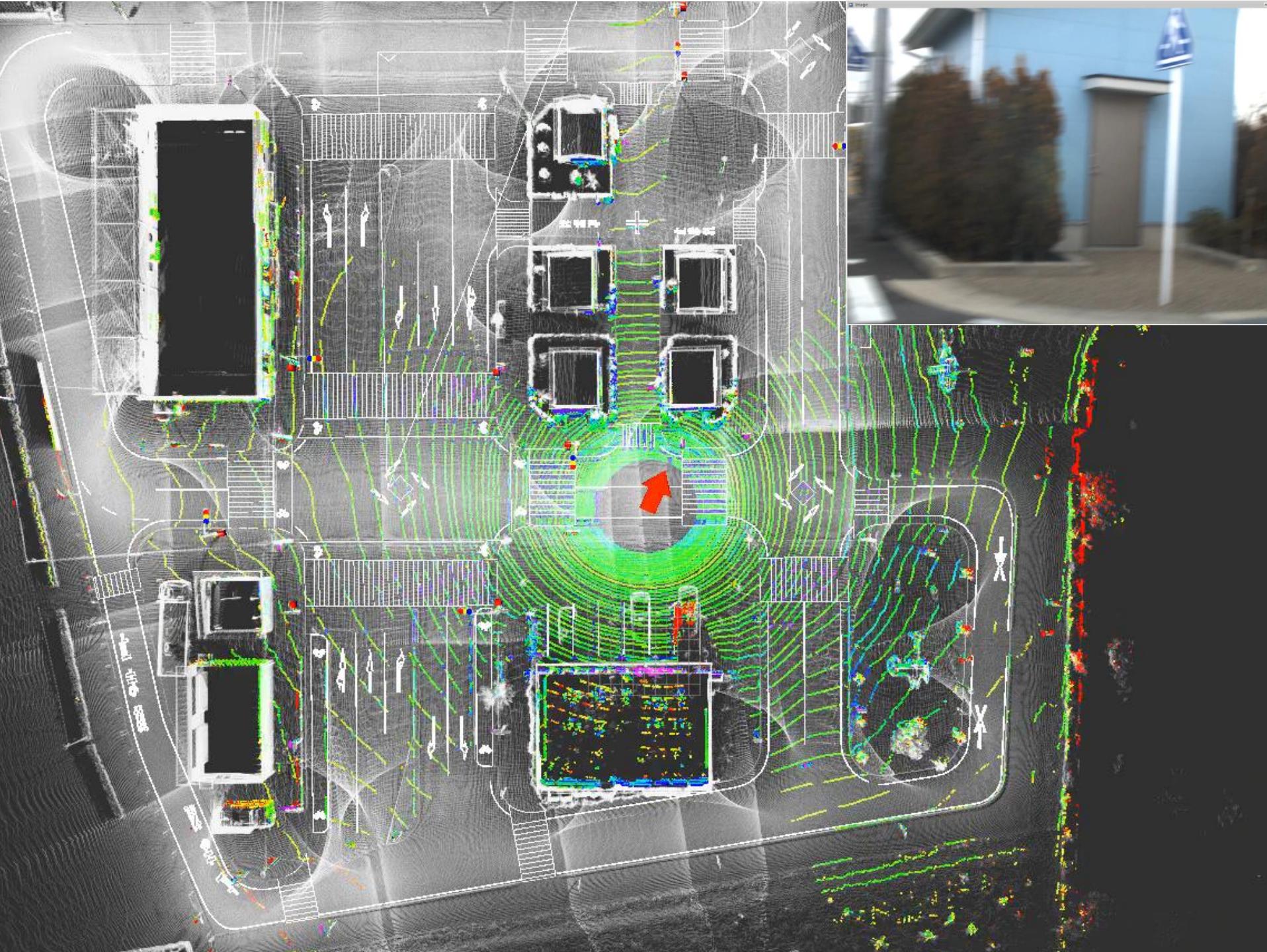
点群地図データ



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)



Point Grey Ladybug 5 (Camera)



Velodyne HDL-32e (3D LIDAR)



HOKUYO UTM-30LX (LIDAR)



IBEO LUX 8L (3D LIDAR)



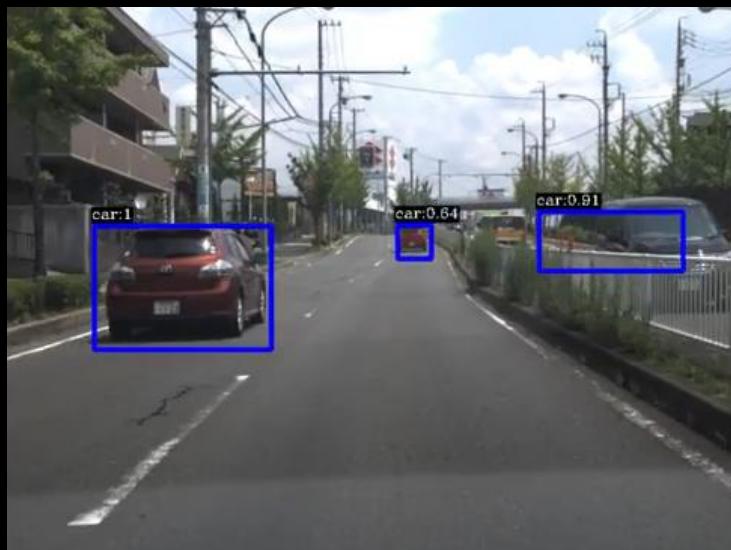
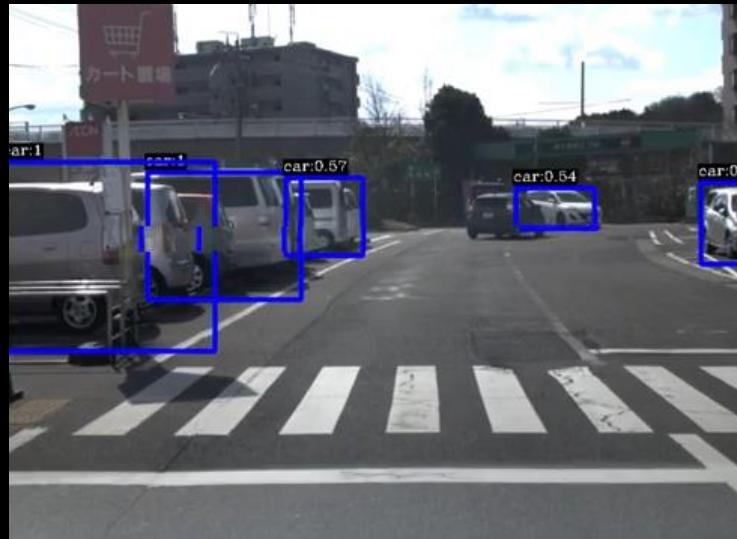
JAVAD RTK-GNSS (GNSS/GPS)



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

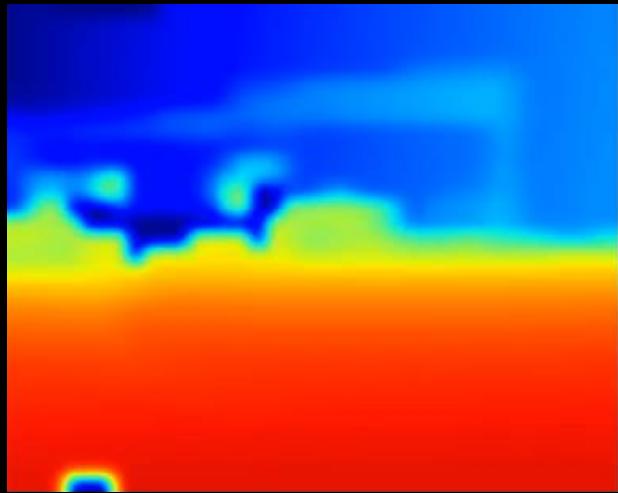
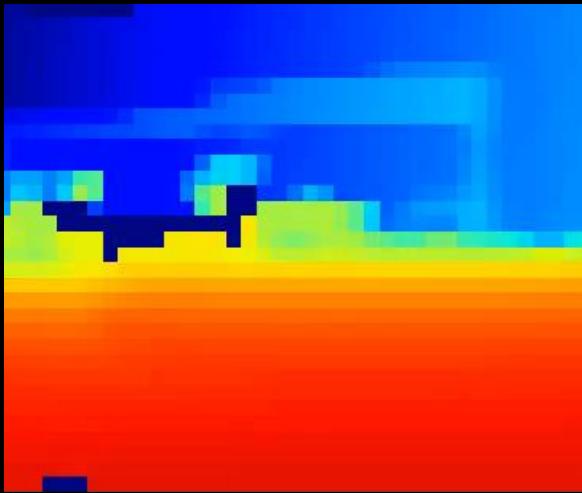
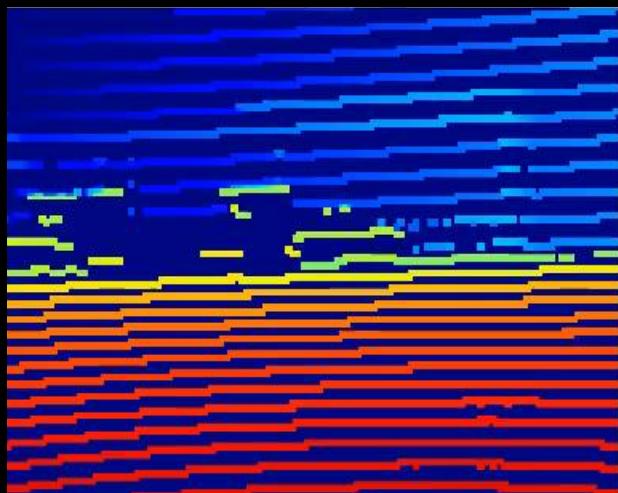


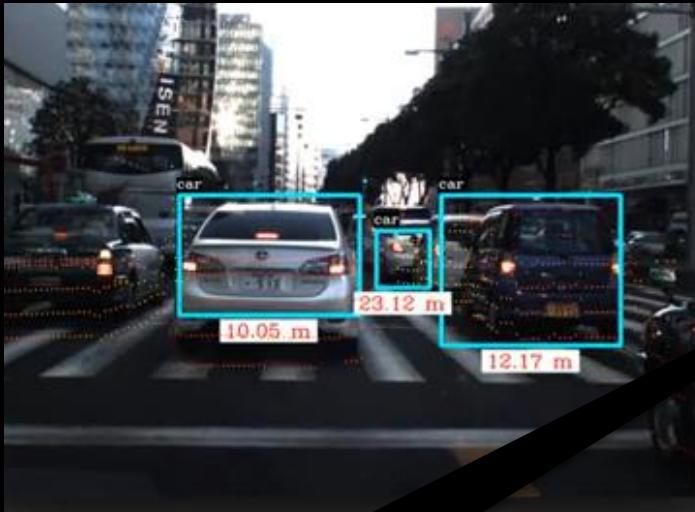
256-core Maxwell GPU
8 CPU cores
- 4x ARM Cortex A57
- 4x ARM Cortex A53)
60 fps 4K video
1.3 gigapixel of cameras
20nm process



レーザースキヤナによる物体検出



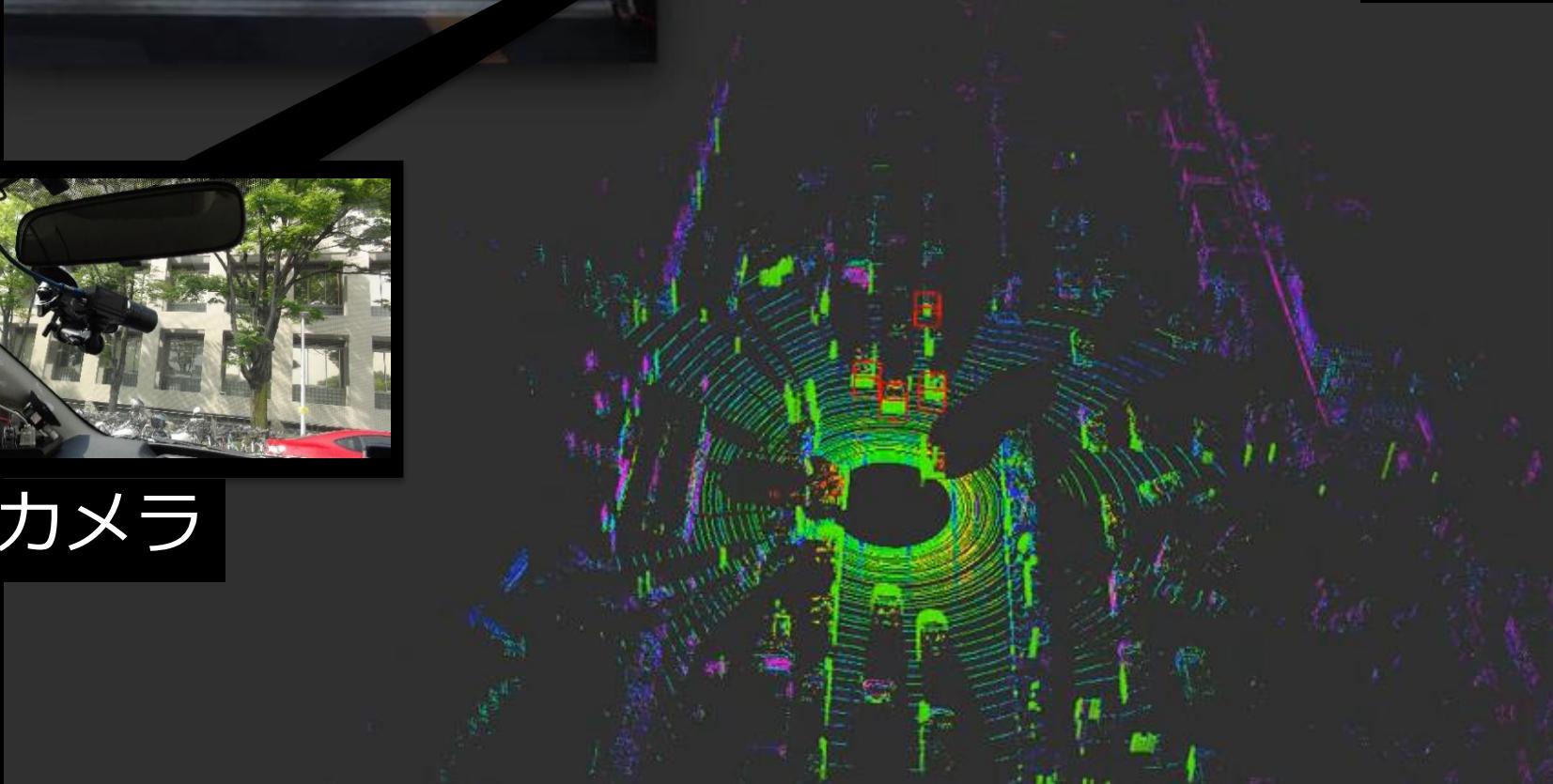


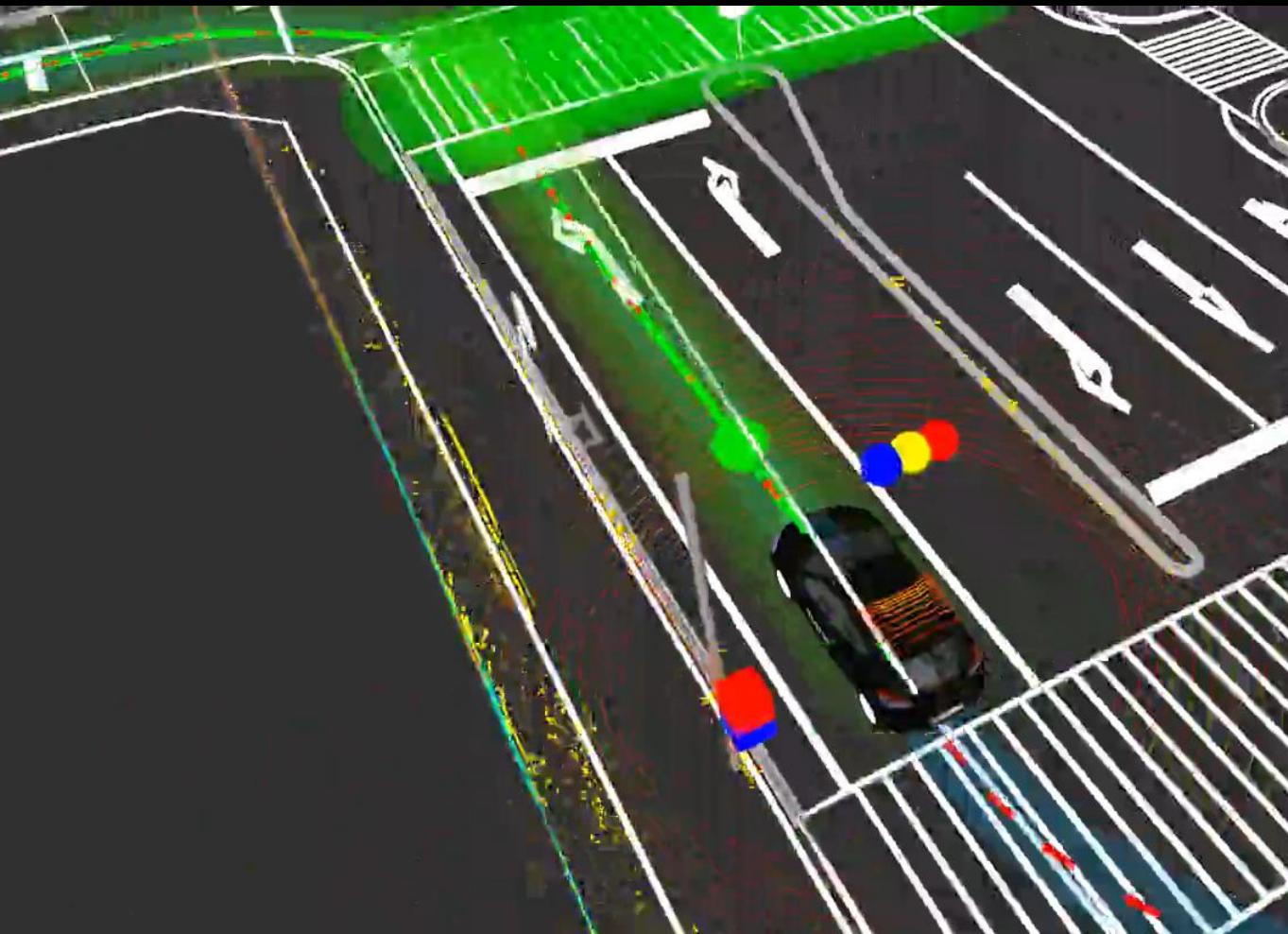


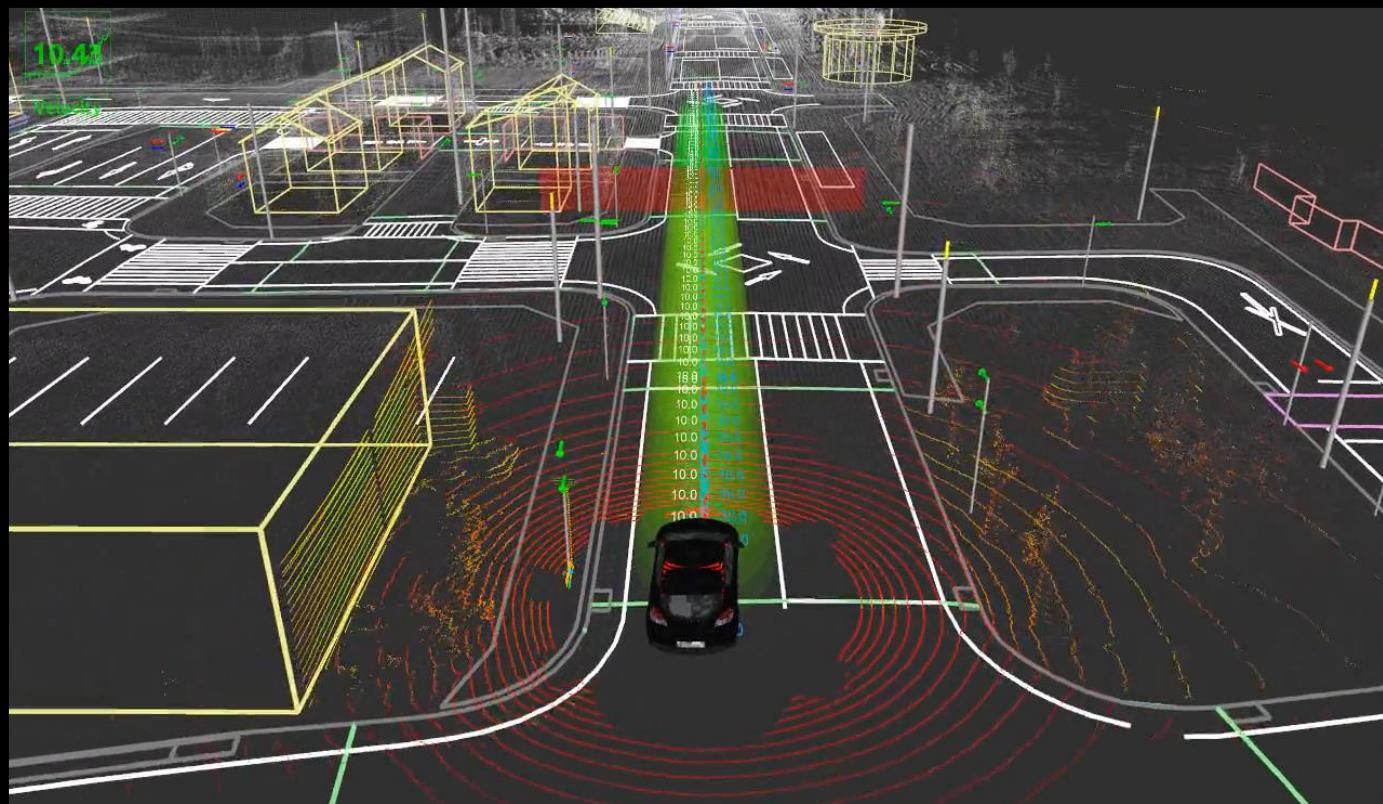
レーザー



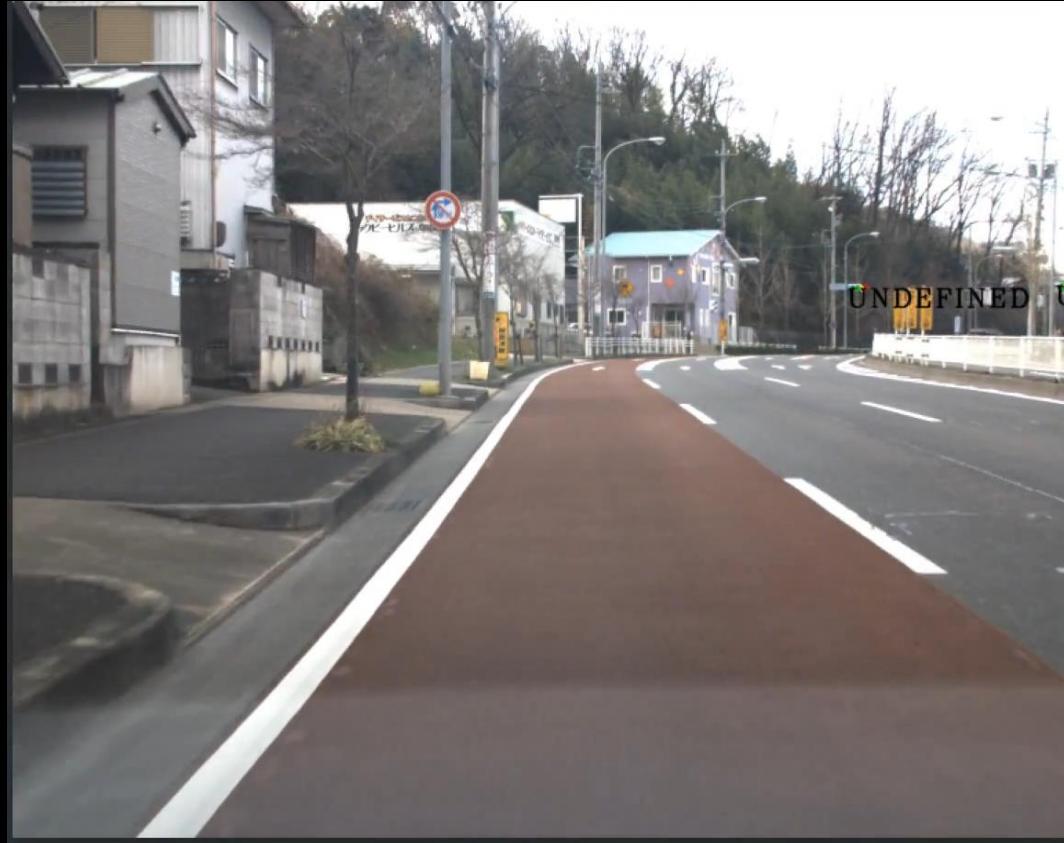
カメラ



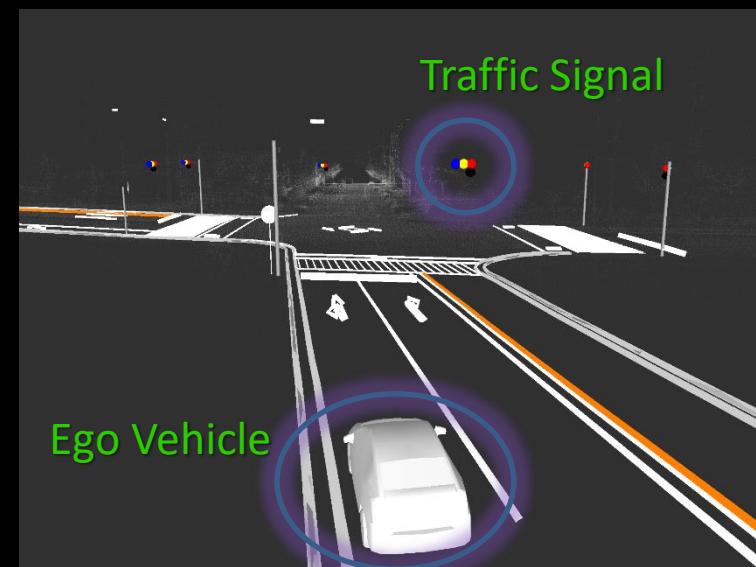




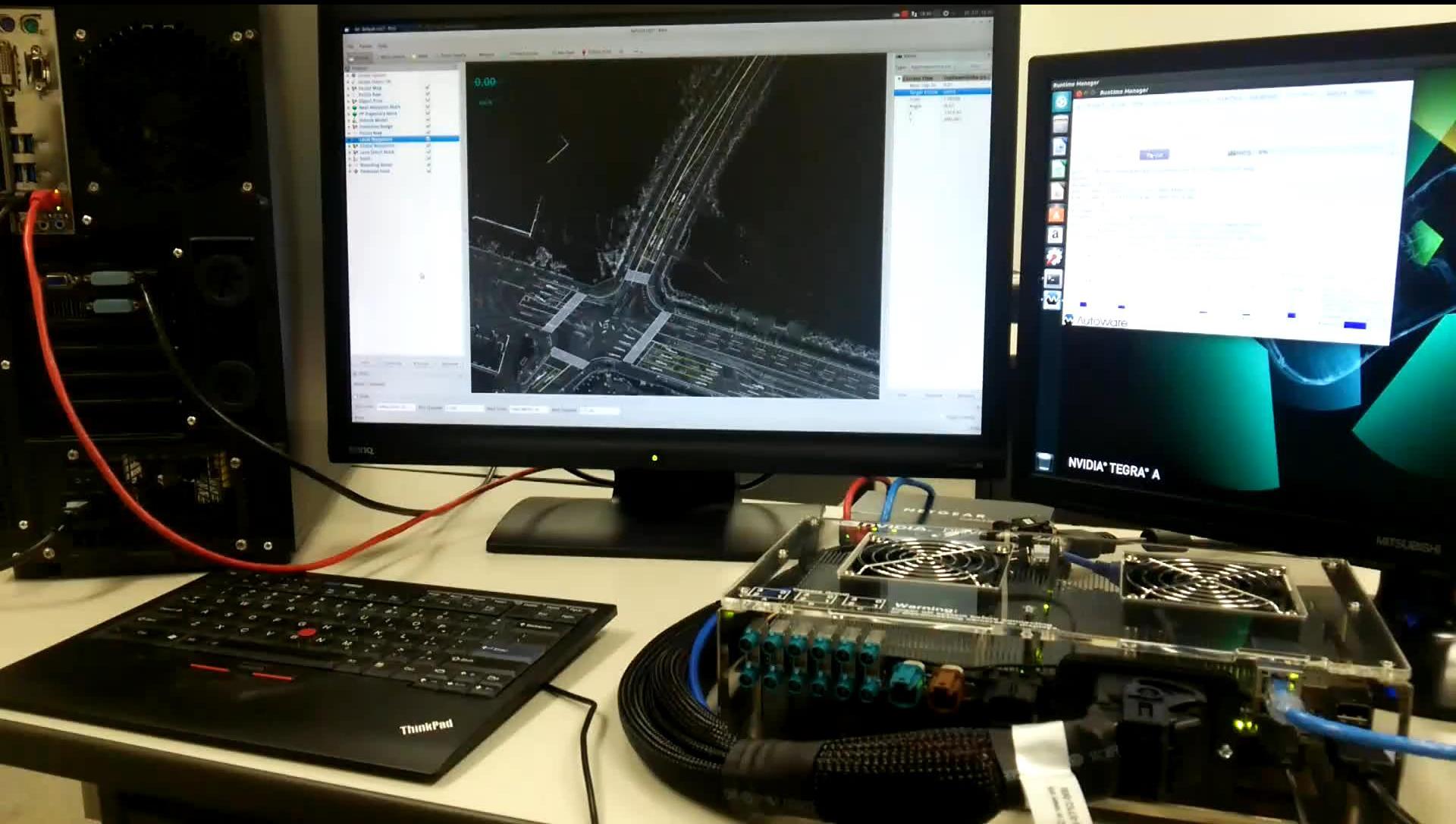
センサフェュージョンによる信号認識



NO SIGNAL DETECTED



組込みシステム化



現実空間の仮想化 (RoV)



現実空間の仮想化 (RoV)

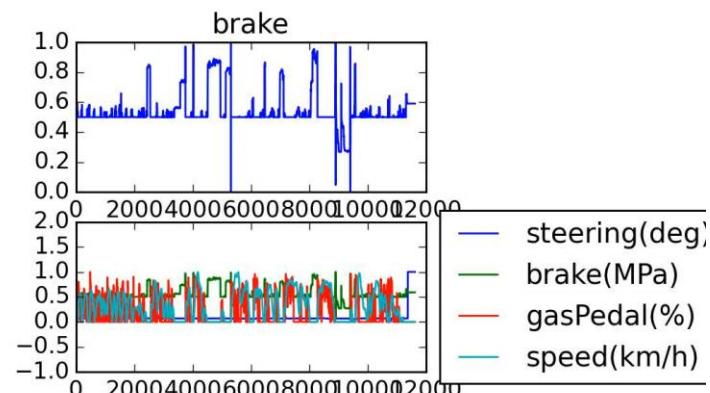
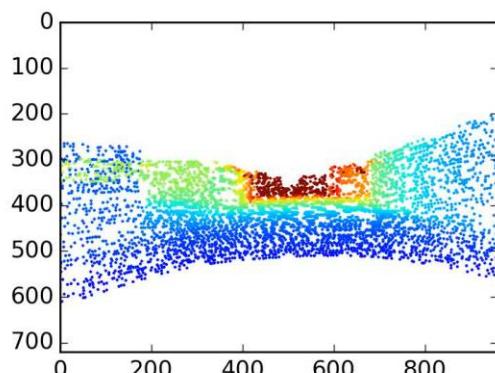
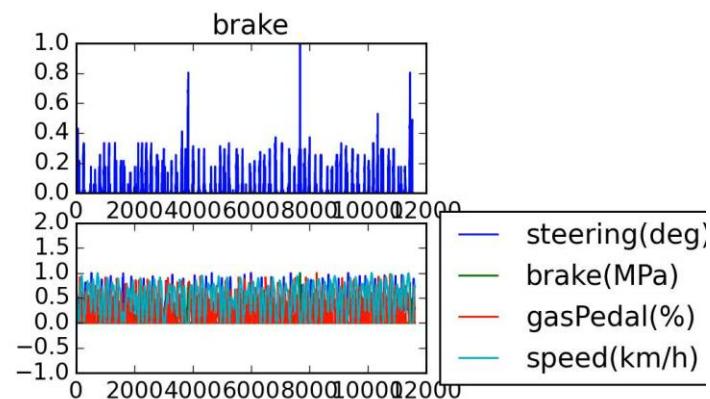
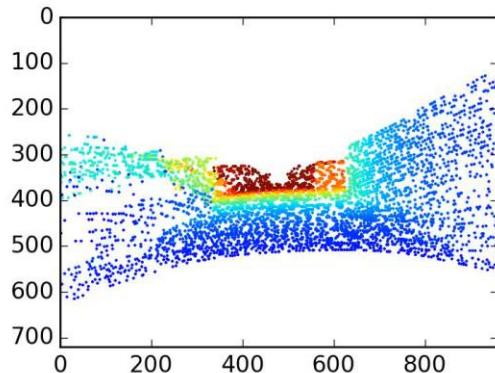
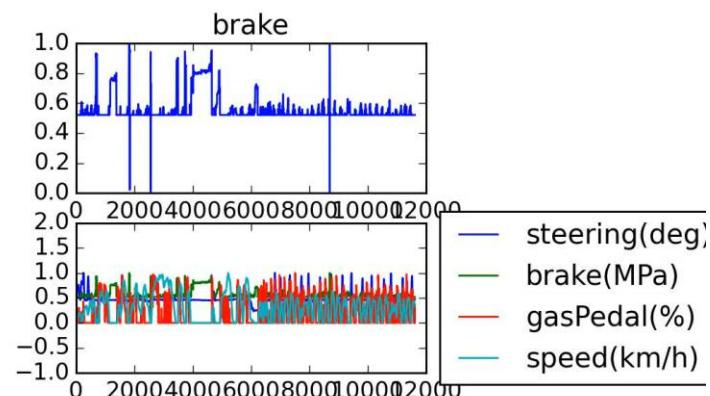
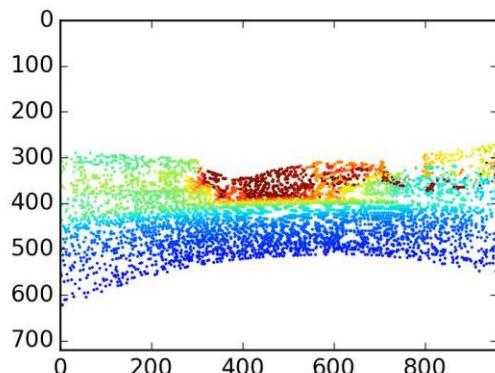


現実空間の仮想化 (RoV)



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

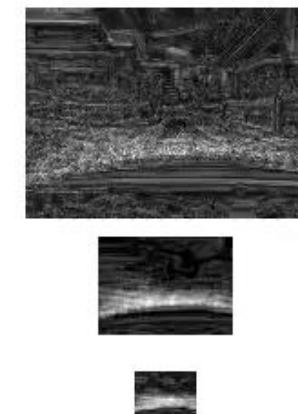
Input



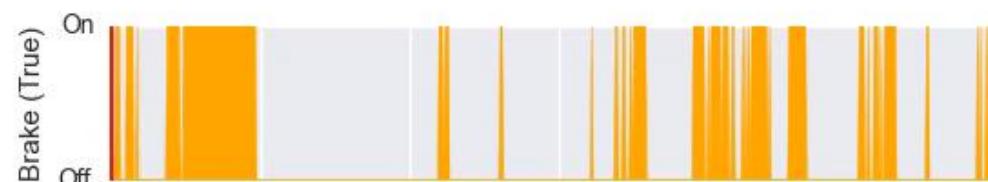
Saliency



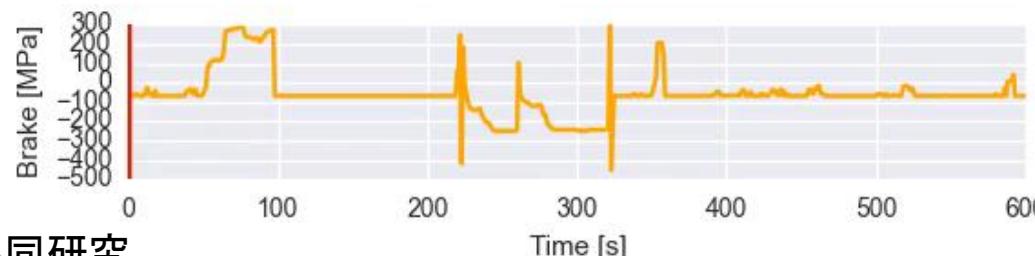
Network



ディープラーニング予測

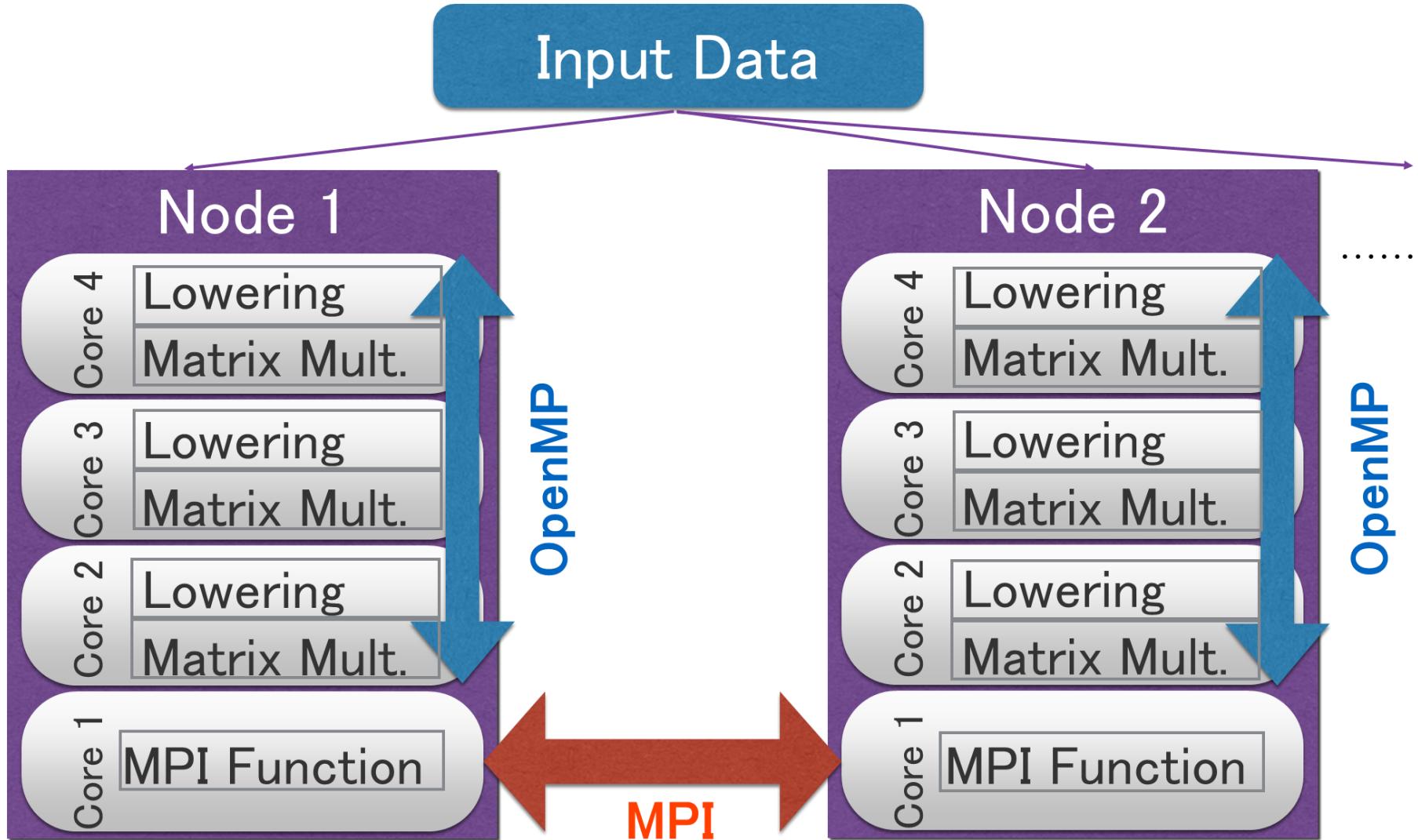


教習所教官の操作

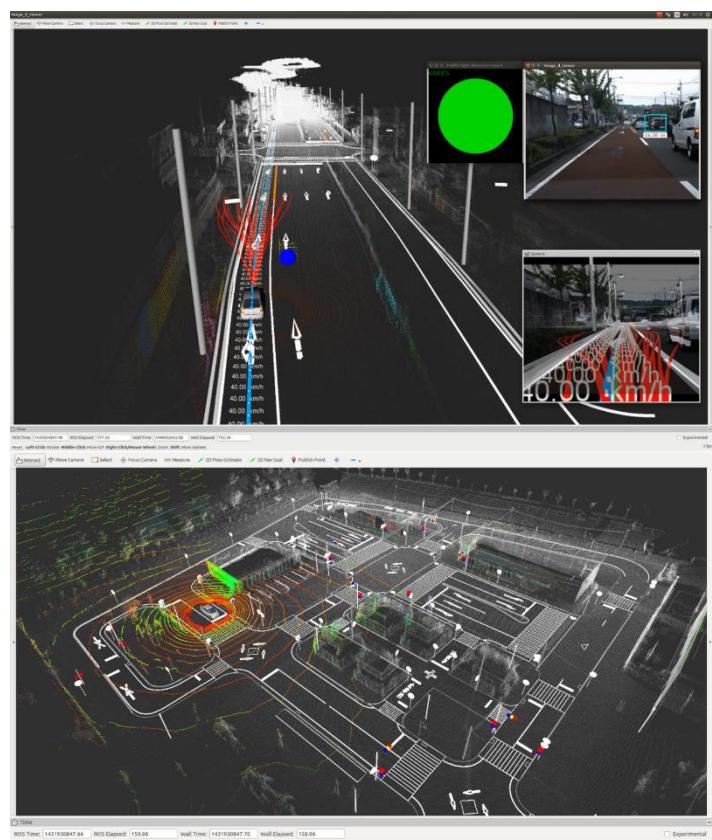
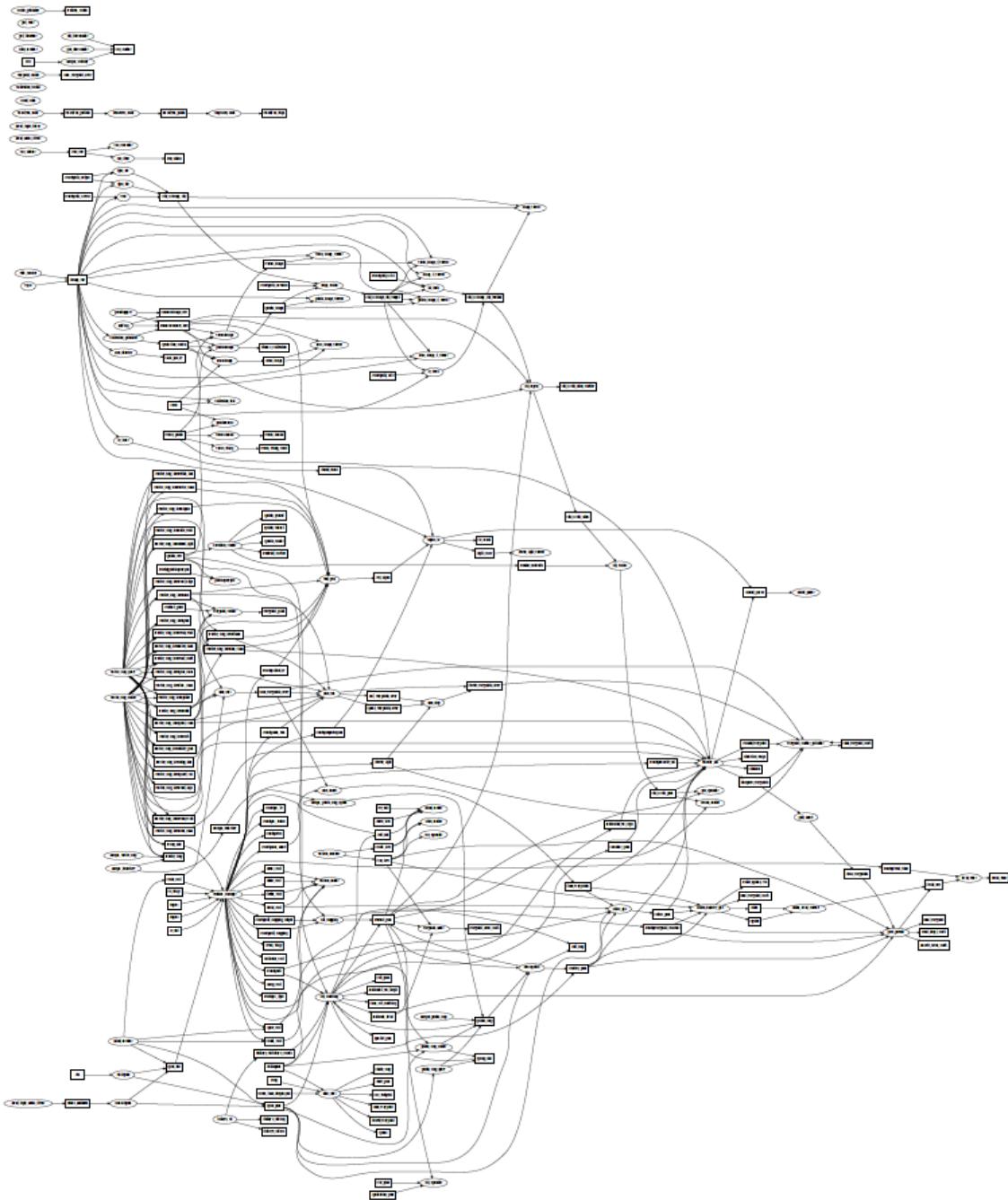


教習所教官の操作
(詳細データ)

スパコン×ディープラーニング



Robot Operating System (ROS)



**自動運転、学生と6社
ティアフォー設立 人材を育成**

自動運転開発する技術開発や人材育成などを共同で実施する。ティアフォーは名古屋市に本拠地を置く、竹内尚也社長は「学生と共同で社会の子会社を設立する。ティアフォーが各社に5%出資する一方、学生が経営の主導権を持つ」と説明する。

ティアフォーの「学生ベンチャー制度」の仕組み

```

graph TD
    TA[ティアフォー] -- "出資・業務委託・経営支援" --> UB[東京大学]
    TA -- "出資" --> NB[名古屋大学]
    TA -- "出資" --> DB[大阪大学]
    UB -- "一部出資" --> SB[学生]
    NB -- "研究成績の提供" --> SB
    DB -- "研究成績の提供" --> SB
    SB -- "人材育成を担う" --> TA
    
```

将来的に…

- ・ティアフォーが買い取り
- ・学生が買い取り
- …など

日本経済新聞

自動運転で学生VB

ティアフォー ナビソフトなど開発

自動運転技術開発や人材育成を担うティアフォーは9月をもとに大学で計算機科学などを専攻する学生が社長などを務める。開拓三社長は「開拓三社長は、学生ベンチャー（VB）を子会社として設立する。自動運転に関する技術を開拓する。また、自動運転車の技術を共同で開発する。年内に約10社まで増やす方針。大学での最新の研究結果を取り込むとともに、優秀な人材獲得につなげる。ティアフォーは名古屋大学が長崎大学や産業技術開発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）」「オートエイド（OAS）」の普及活動

ティアフォーの「学生ベンチャー制度」の仕組み

```

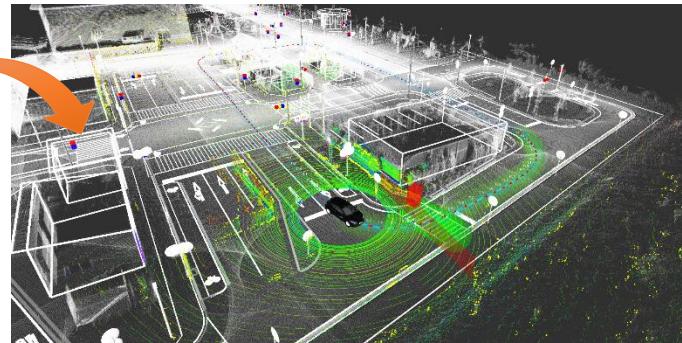
graph TD
    TA[ティアフォー] -- "出資・業務委託・経営支援" --> UB[東京大学]
    TA -- "出資" --> NB[名古屋大学]
    TA -- "出資" --> DB[大阪大学]
    UB -- "一部出資" --> SB[学生]
    NB -- "研究成績の提供" --> SB
    DB -- "研究成績の提供" --> SB
    SB -- "人材育成を担う" --> TA
    
```

将来的に…

- ・ティアフォーが買い取り
- ・学生が買い取り
- …など



研究技術の社会実装



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
- 株式会社エンブフォー

- 株式会社力チノデ
- 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（名古屋市）	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（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



ティアフォーアカデミー

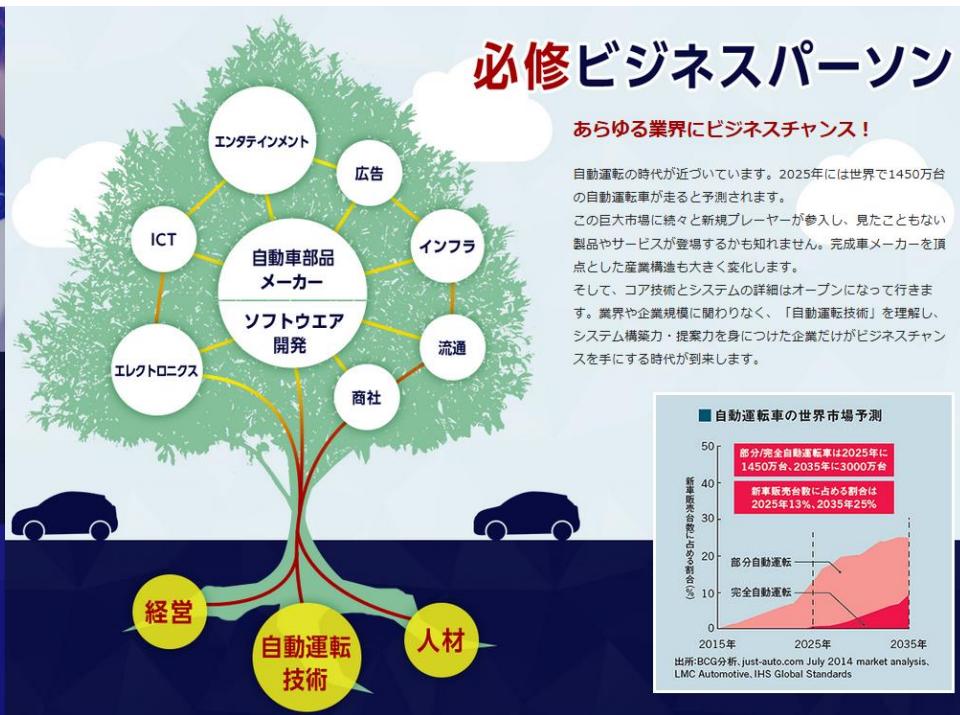
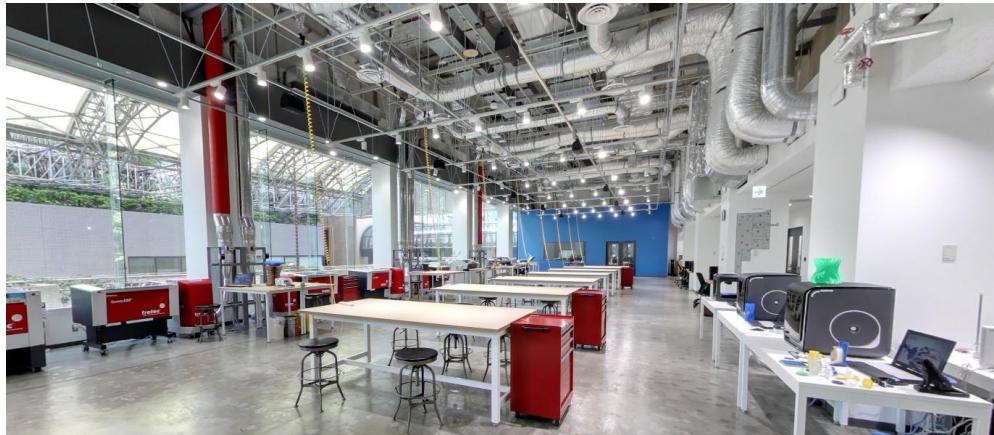
Tier IV Academy
「自動運転システム構築塾」短期集中セミナー

ソフトウェア演習 × 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！

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



TechShop Japan@六本木アーツヒルズ



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