



# 積雪環境における 自動運転技術の開発



北海道大学大学院 工学研究院  
ロボティクス・ダイナミクス研究室  
江丸 貴紀

7th November, 2019

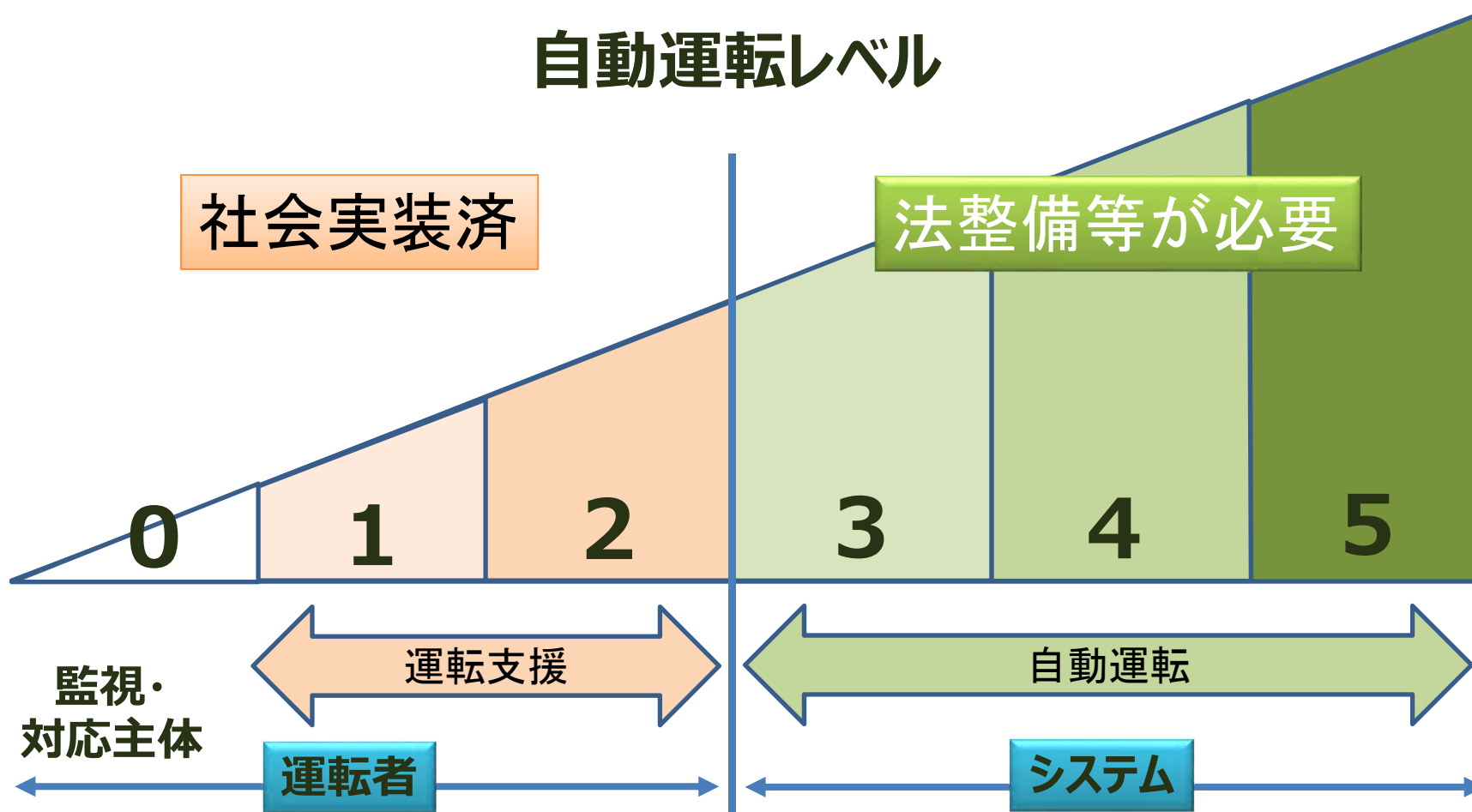
# 自動運転のレベルの定義



## ➤ 自動運転はレベル0～5に分類される

- ✓ アメリカのSAEインターナショナルが「SAE J3016」として定義

### 自動運転レベル



# 自動運転レベル 1・2



自動運転レベル 1 : **運転支援**. ハンドル操作, 加減速等のいずれかをクルマが支援してくれる. 自動ブレーキやACC (Adaptive Cruise Control) がここに分類される

自動運転レベル 2 : 部分的に運転を自動化. ハンドル操作, 加減速の両方を車が**支援**してくれる. ドライバーは周囲の状況を確認する必要がある

- 車線を逸脱するとステアリングを補正する技術 + ACCの組み合わせ
- 現在の日本では公道最高水準
- レベル2では方向指示器の操作で自動的に車線変更することも可能

# 自動運転レベル3



自動運転レベル3：条件付自動運転。車自体が周りの状況を確認しながら運転してくれるが、緊急時の対応は人間。運転しやすい環境（例：高速道路）が必要

- 2018年に日本に導入された「Audi A8」は60km/h以下のレベル3を実現した世界初の量産車
- キャデラックCT6も130km/h以下でレベル3を実現
- 精度向上の主要技術として3Dダイナミックマップ<sup>o</sup>（車線や路上の構造物，地形等の詳細データ）を活用
- 地図を生かした先読み制御による乗り心地向上

## ➤ 「レベル3」のAudi A8やキャデラックCT6は使える？

➡ 日本はもちろん，各国における法整備が追い付かずに，事実上レベル3技術は封印されている

## ➤ 「レベル3」技術はいつから使えるようになるの？

内閣府は「官民ITS構想・ロードマップ2017」の中で，2020年にまず高速道路における自動運転（レベル3）を実現することを努力目標として掲げている

アメリカでは各州において取り組みが進むが国としての統一した法整備はこれから．ヨーロッパにおいても欧州統一の枠組みの構築を目指して取り組みが進んでいる

# 日本における技術の普及スケジュール



自動運転レベル0 : 運転自動化無し

自動運転レベル1 : 部分的運転支援

➡ **ほぼ全ての新車に実装され身近な技術になっている**

自動運転レベル2 : 運転支援

➡ **高級車を中心に導入が進み, 2020年以降普及**

自動運転レベル3 : 条件付自動運転

➡ **法整備必要. 2020-25年に高速道路で実現**

自動運転レベル4 : 高度自動運転

➡ **2020-25年に限定環境(地域交通)で実現か?**

自動運転レベル5 : 完全自動運転



- **自動運転タクシー：日本でも実証が行われる**
  - ✓ **2020年の実用化を目指し，ロボットベンチャーのZMPとタクシー事業者の日の丸交通が2018年8月から9月にかけて東京都内で自動運転タクシーの営業実証実験を実施**
  - ✓ **日産自動車とDeNAは，2018年3月に横浜市で新しい移動サービス「Easy Ride」の実証実験を実施**

- **自動運転タクシー：Waymoが実現済**
  - ✓ Google系の米Waymoは2018年12月5日、米アリゾナ州フェニックスで自動運転タクシーの有料商用サービス「ウェイモワン」を開始。これが自動運転レベル4以上の自動運転タクシーの継続的商用サービスにおける世界第1号。
  - ✓ 当面は安全を考慮し、運転席に専用のスタッフが同乗して運行

Waymoは**2019年11月**にセーフティドライバーが同乗しない「**完全無人自動運転**」によるタクシーサービスの提供をアリゾナ州フェニックスにおいて開始。



# 自動運転の問題点は？



自動運転レベル3：条件付自動運転。車自体が周りの状況を確認しながら運転してくれるが、緊急時の対応は人間。

- **ドライバーのシステムへの過信（慢心）**
  - ✓ 何らかの理由でシステム(自動運転)からドライバー(手動運転)への切り替えが要請された際、ドライバーは速やかに運転操作にあたらなければならない
  - ✓ ドライバーの負担軽減が期待されるが、睡眠をはじめ、直ちに運転操作を行えないような行動は厳禁
  - ✓ 多くのドライバーはルールを順守するが、中にはシステムを過信するもの・システムの作動要件を勘違いした状態で漫然とドライバー席に座るものも少なからず出てくる

# これまでに起こった自動運転の事故



- ✓ **2016/5/7:テスラ Model Sがトレーラー側面に衝突**  
オートパイロットを作動させた「Model S」のドライバーが米フロリダ州の中央分離帯のあるハイウェイ（幹線道路）を運転中、前を横切った大型トレーラーの側面に衝突し、死亡
- ✓ **2017/3: uberが一般車両と接触して横転**
- ✓ **2018/1/22 : テスラ Model Sが消防車に追突**
- ✓ **2018/3/18に米アリゾナ州でuberによる死亡事故**
- ✓ **2018/3/23 : テスラ Xが衝撃緩和バリアに衝突し炎上**  
オートパイロットを作動させた「Model X」のドライバーが米西部カリフォルニア州の高速道路を運転中、中央分離帯に衝突・炎上し死亡
- ✓ **2018/5/29 : テスラ Model Sがパトカーに衝突**

# 自動運転の問題点は？



- **事故が起こったときの「法的責任」**
  - ✓ 関係者として「ドライバー」「システムメーカー」「情報提供企業」「道路管理者」など多岐に渡り，法的責任の所在が複雑
  - ✓ 現在，被害者救済の観点から，レベル4までは自賠責の適用が決まっているが，刑法・民法・行政法など，法律全般の対応については対応が遅れている
- **日本における法整備の動き**
  - ✓ 2018年4月：高度情報通信ネットワーク社会推進戦略本部・官民データ活用推進戦略会議が発表した「自動運転に係る制度整備大綱」を基に大きく動き出している

# 自動運転の問題点は？



## ➤ 道路環境の整備

自動運転が難しいのは、一般道の道路環境が**複雑で予期せぬことが起こりやすい**からである。そこで、突発的な事象がおきにくい**道路環境の整備**が必要

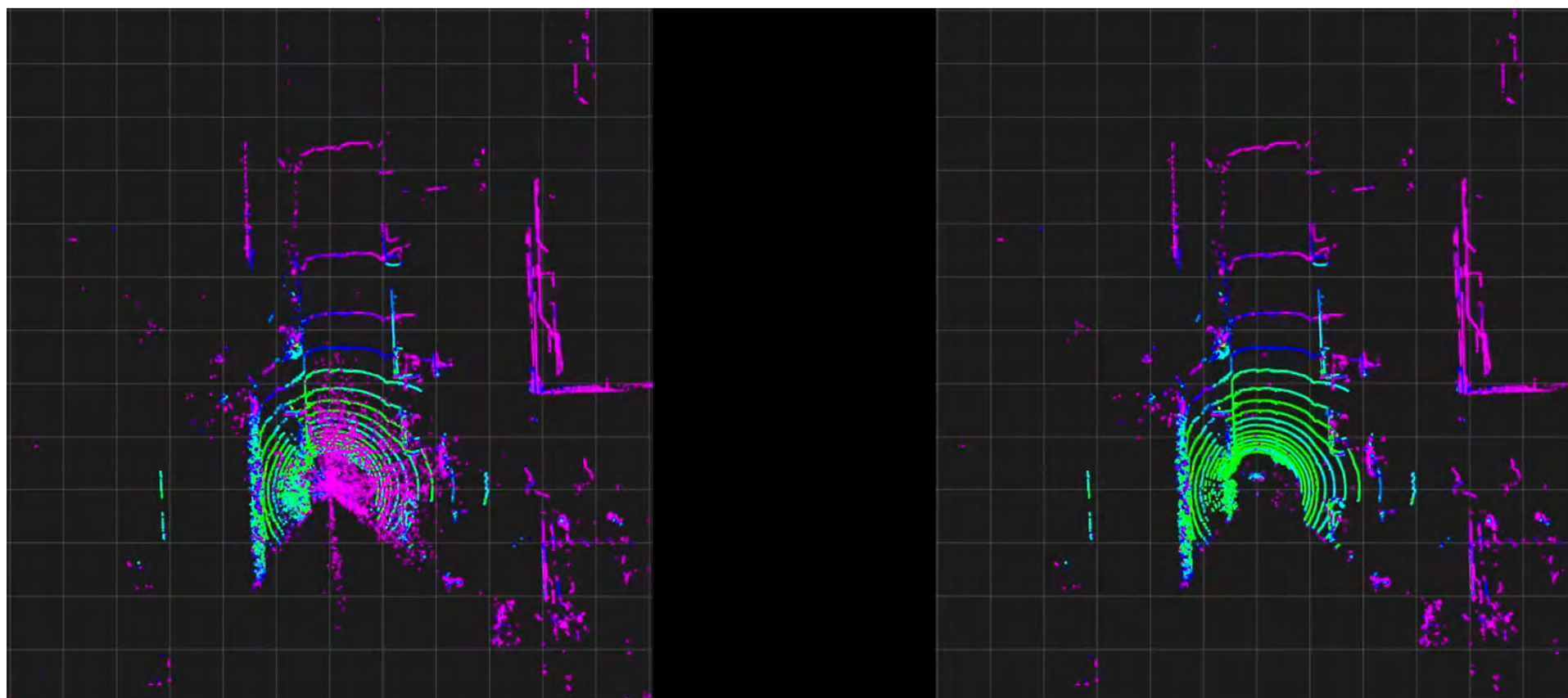
➡ **北海道の雪道で可能？**



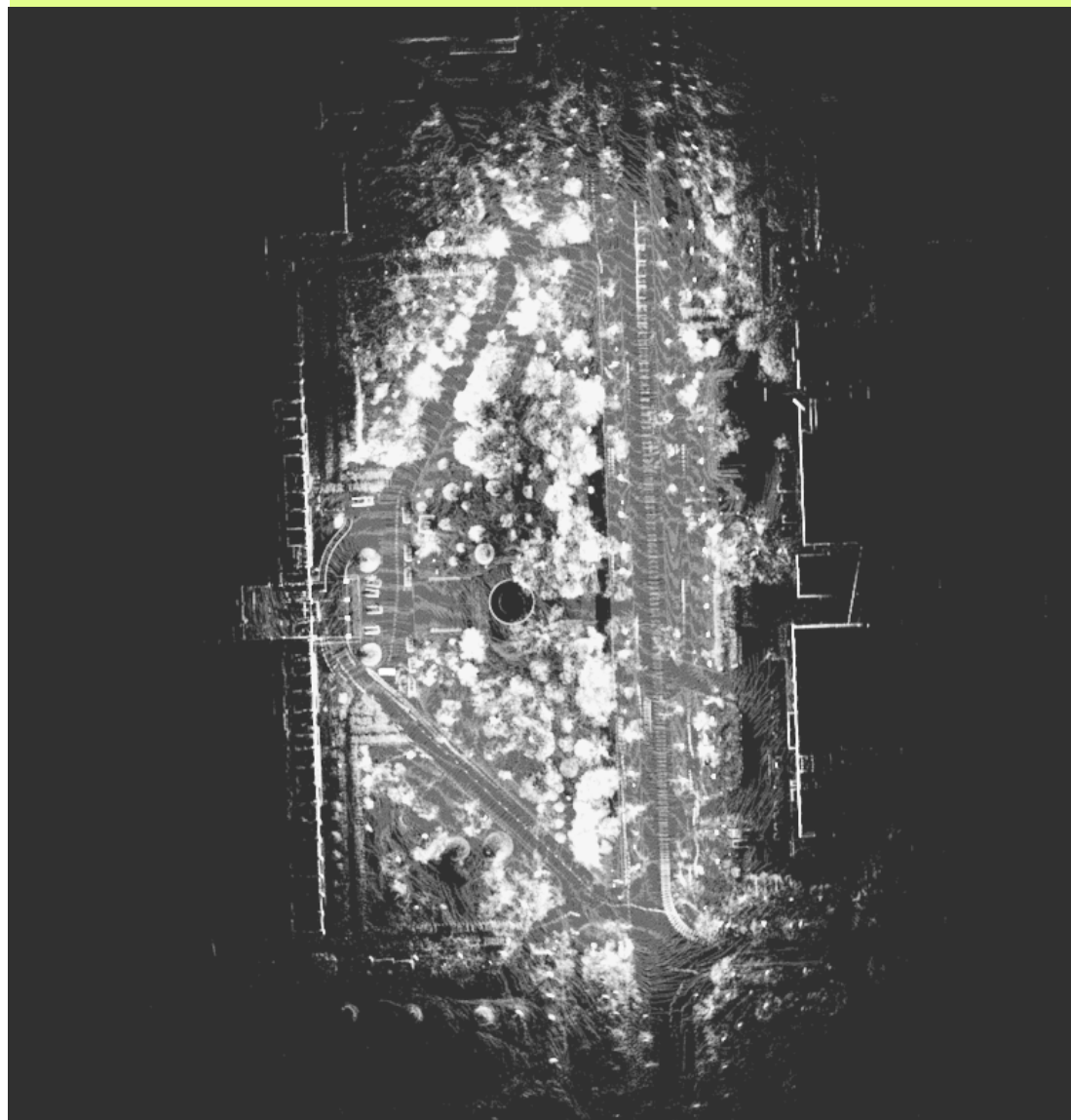
# 降雪環境におけるLiDARの挙動



# フィルタ処理による積雪雑音除去



# 最近の取り組み：SLAM



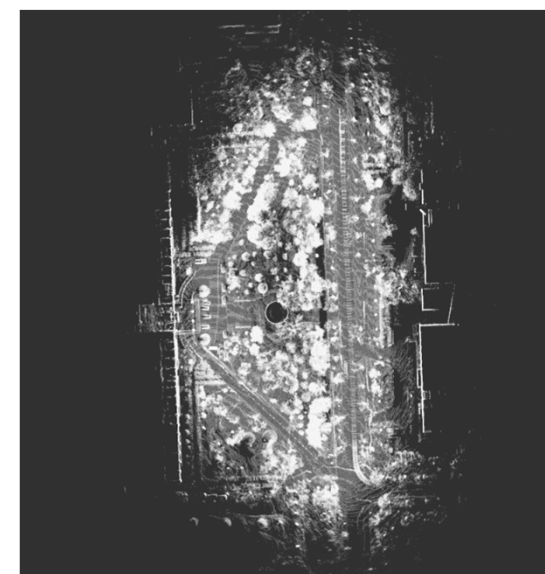
LiDARに対してSLAMを適用 (NDT-mapping)



- センサ自体が高価
  - ✓ 32層のLiDARが500～600万程度
  - ✓ MEMS技術を使った小型・低価格のSolid State型の開発がアナウンスされているが、実用にはもう少し時間がかかる？
- 大量のデータの処理
  - ✓ 1秒間に700,000点のデータ
  - ✓ 現在はGPU（NVIDIA GTX1080）搭載の高性能PCで処理
  - ✓ リアルタイムマップ作成は困難（このマップの作成に30分ほどかかってしまう）



Velodyne HDL-32e





## ➤ みちびきのサービスイン

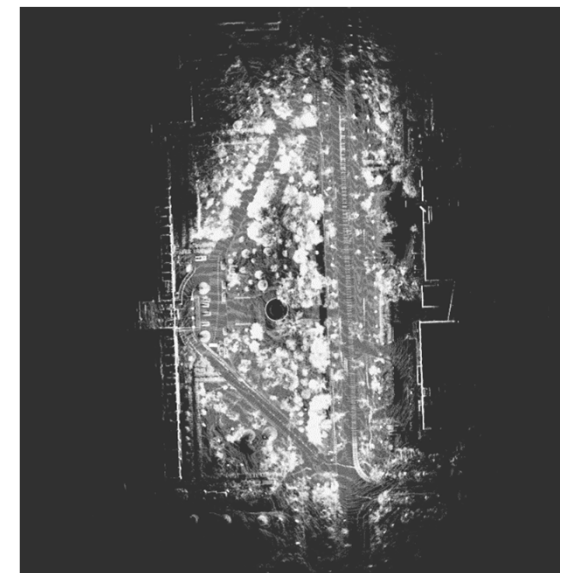
- ✓ 2018年11月1日にサービスイン
- ✓ cmオーダーの補強信号が利用可能

## ➤ みちびきの問題点

- ✓ センチメートルオーダーの補強信号を利用できる受信機が、三菱電機AQLOC-VCXのみであり、現時点では200万円ほどする。
- ✓ 来年の春には機能を削ったものが100万円でリリース（自己位置同定精度は同じ）
- ✓ 受信機の小型化・低価格化が期待されているペースで進んでいない
- ✓ センチメートルオーダーといっているが、実際の精度は6～12cm



三菱電機 AQLOC



**Thank You for you  
attention**



**Takanori Emaru**  
**emaru@eng.hokudai.ac.jp**