

# 水上AIロボットにおける 三次元環境認識

OUCT POLARIS:

岡本健太(京都工芸繊維大学)

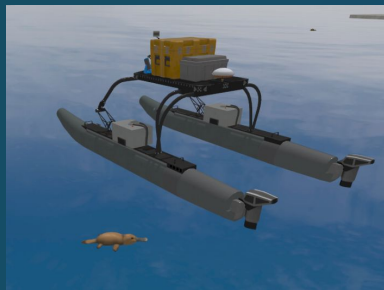
長尾悠世 (大阪工業大学)



# 本日も話すること

## 基盤モデルを活用した

## ROS 2 水上・陸上物体認識システムを提案・共有

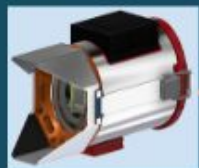


\* ROS 2システム！ OSSです！  
Gazebo・実機対応！

点群処理

画像処理

画像+点群  
処理



Detic  
+CLIP

Point  
Painting

Occupancy  
Grid

走行可能領域取得

Psuedu  
LiDAR++

Point  
Pillers

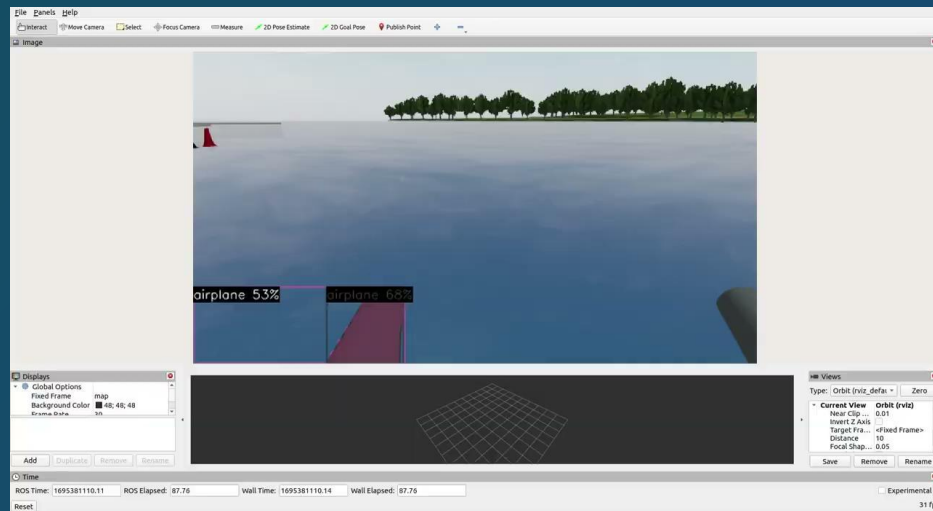
物体の姿勢を取得

提案システム

# 本日本話すること

## 基盤モデルを活用した

## ROS 2 水上・陸上物体認識システムを提案・共有



シミュレータ (Gazebo)



実環境(水上)

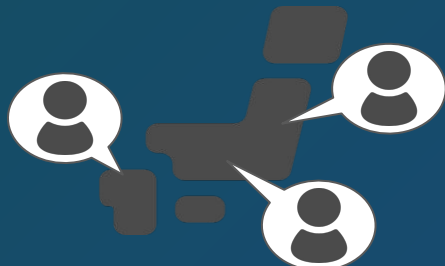
# 目次

- 今回の目的
- OUXT-Polarisについて
- Maritime RobotX Challengeについて
- VRX Competitionについて
- 自律ロボットの認識システム
  - DeticとROS 2
  - Point Painting
  - Pseudo-Lidar++
  - Point Pillers
- まとめ

# OUCT Polarisについて

- Maritime RobotX Challenge(MTRX)に参加を目的とする学生主体のロボコンチーム

- 2014年6位入賞
- 2022年大会で審査員賞獲得



全国各地にメンバーが所在しており、  
学生主体でオンライン上での活動



- 最近の主な活動
  - 2022年大会
  - VRX2023
  - ROS勉強会開催
  - 学会発表
  - Open Source活動

# Maritime RobotX Challengeについて



# Maritime RobotX Challengeの概要



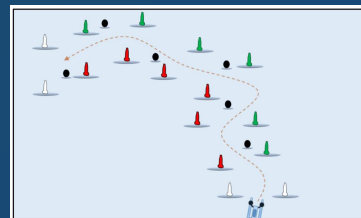
【Maritime RobotX Challengeとは】

自律航行船を対象とする国際ロボコン(偶数年開催)

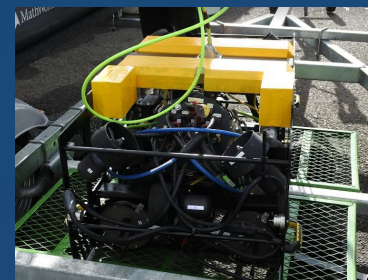
今年はシミュレーション上での競技会であるVRX Competitionに挑戦

## 主なタスク

移動・障害物回避・認識・投擲・精密移動



コース通過タスク



水中ドローン

## RobotXのX

様々なロボットの連携

2022年より、マルチコプタのタスク



マルチコプタ船上離陸



船上着陸

**高温、高湿度、雨などの悪天候下で、  
頑健に自律移動できるシステムを開発**

# Maritime RobotX Challengeの魅力

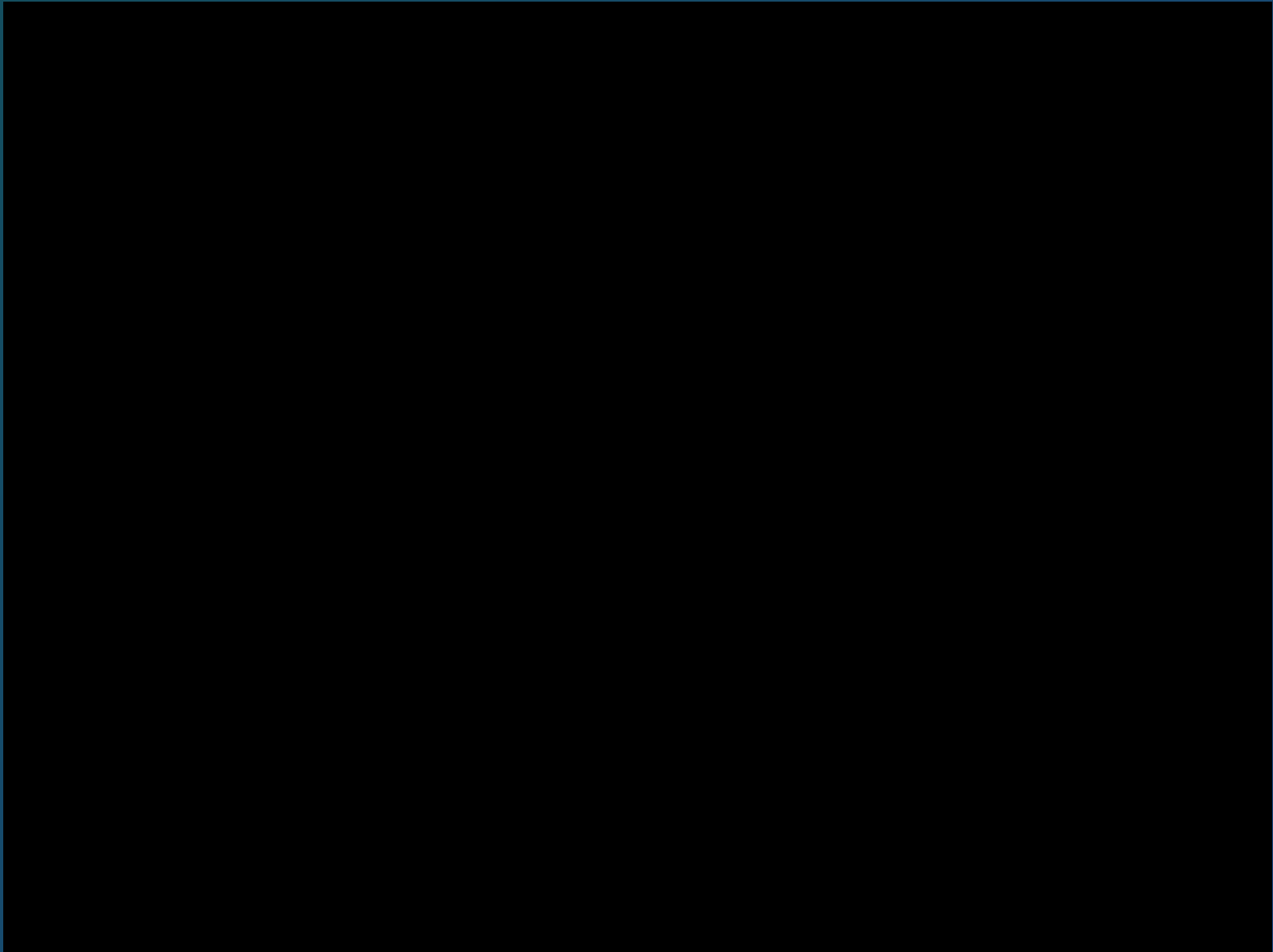
- 陸上よりも外乱が多く動作が難しい環境
- 大型かつ200kgOverな機体を**完全自律**で動作！



屋外環境に対する  
高いロバスト性

オブジェクトに対する  
適切なインタラクション





# 動作環境の違い

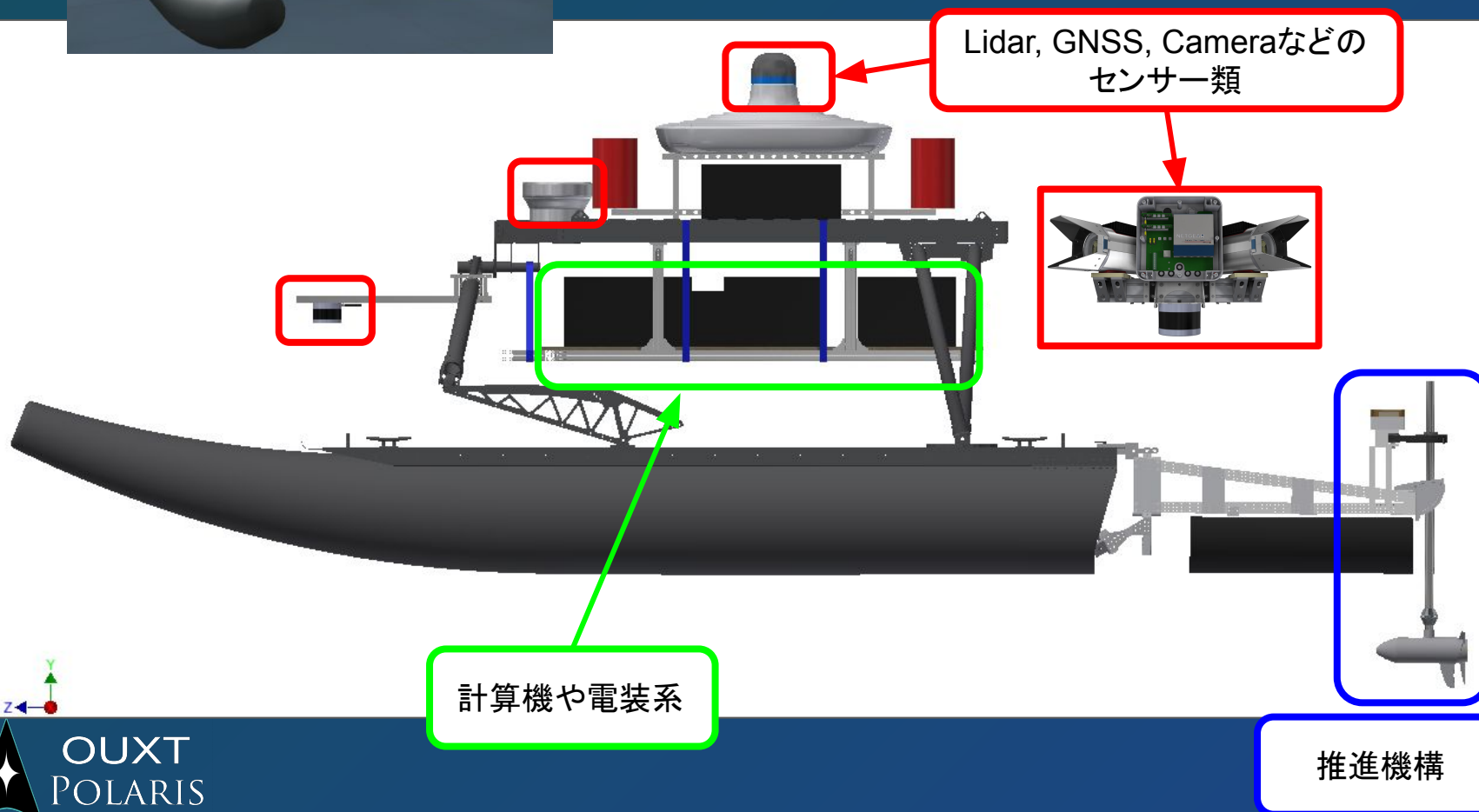
	陸上	水上
走行、航行環境	<ul style="list-style-type: none"><li>● 水対策はあまり必要としない</li><li>● ある程度安定したセンサによる観測が可能</li><li>● 人や動物、信号機などの一般の対象物</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>● 水対策マスト！</li><li>● うねりの影響で上下に激しく揺れるためセンサによる観測が不安定</li><li>● ブイ、旗、ドック、カモノハシなどの水上特有の物体</li></ul>

# WAM-Vの構成

ベースの舟



- 船の諸元
  - 長さ 5m
  - 幅 2.5m
  - 高さ 1.3m
  - 重量 204kg~

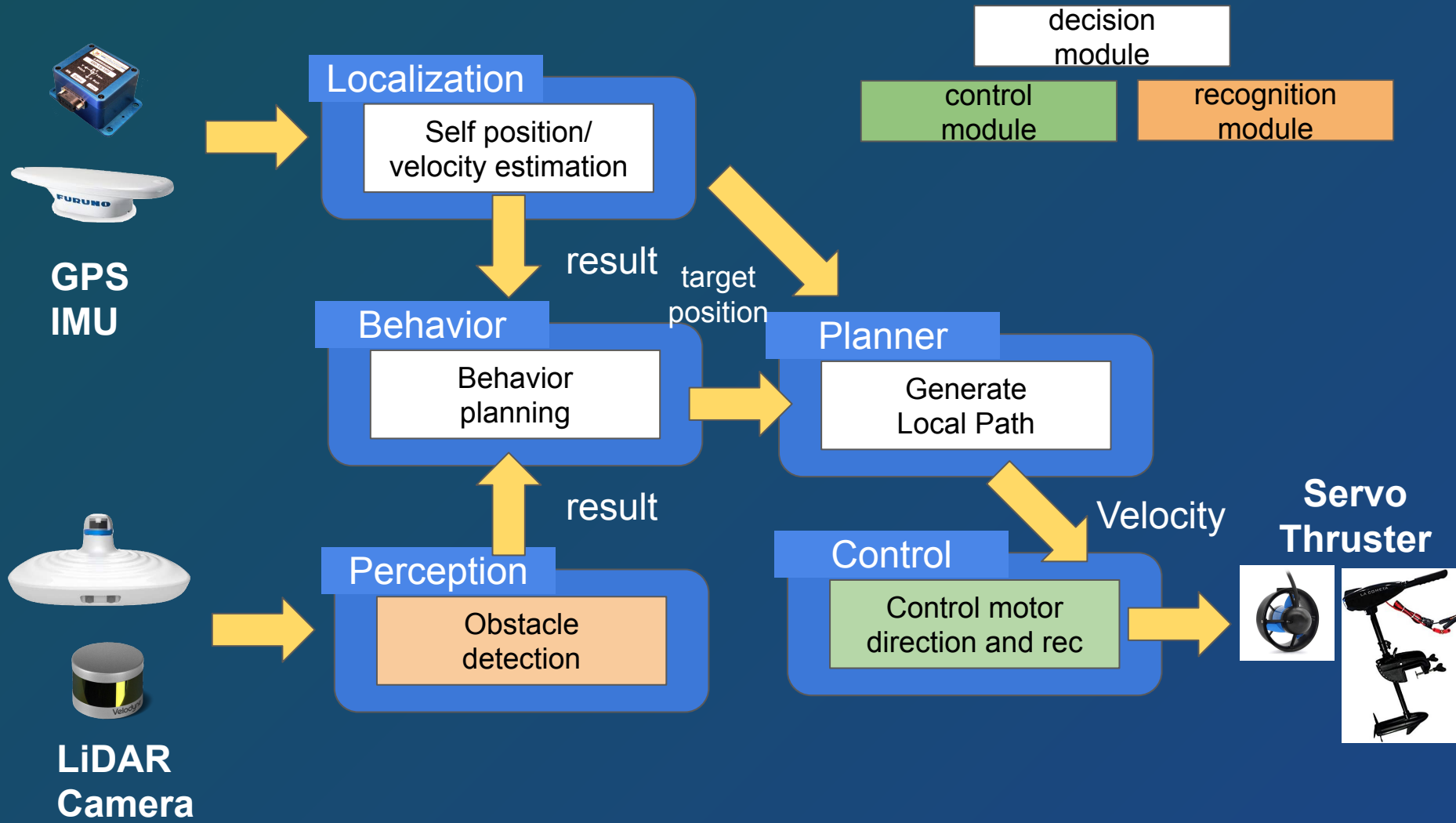


Lidar, GNSS, Cameraなどの  
センサー類

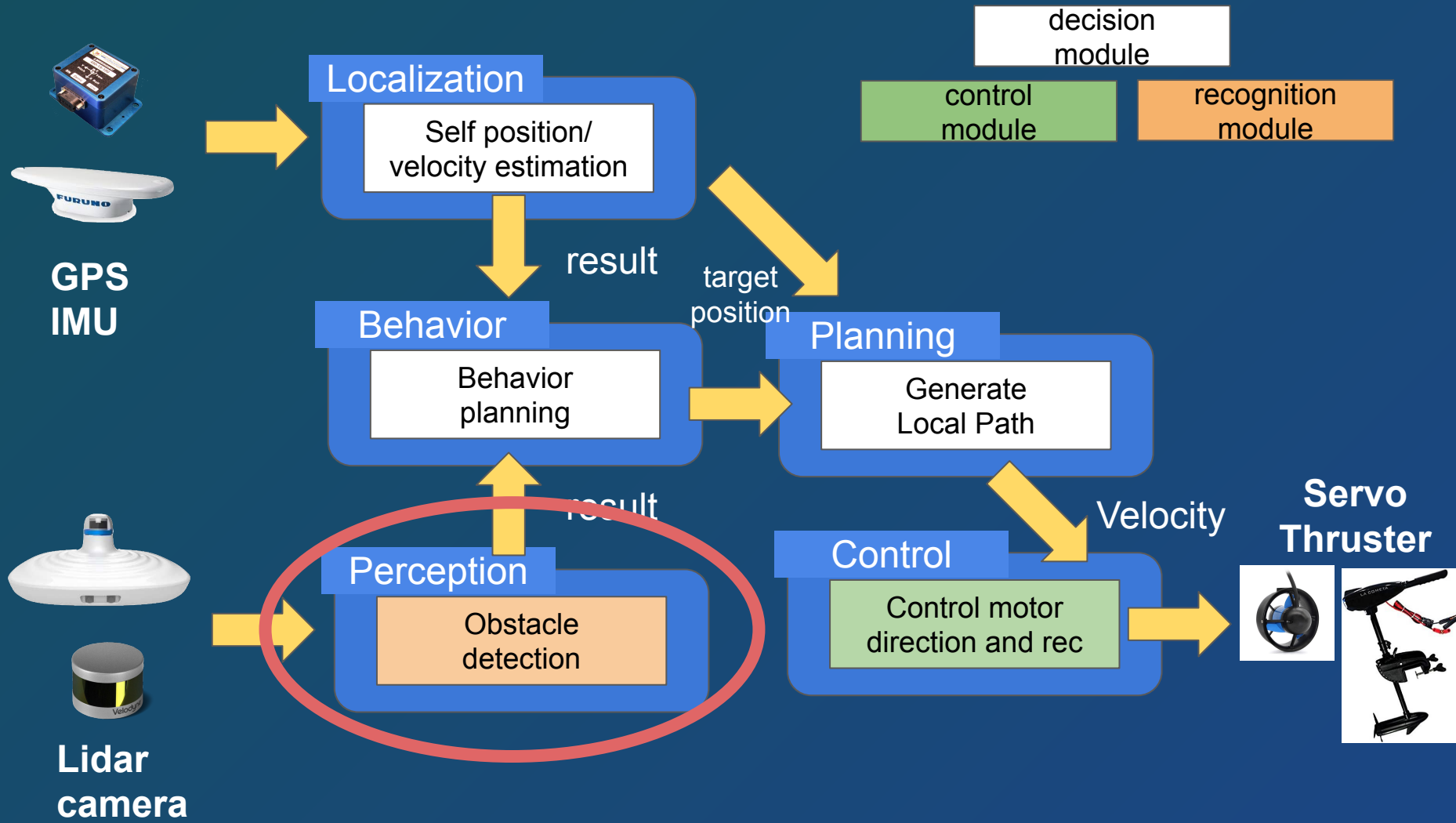
計算機や電装系

推進機構

# 水上自律ロボットの全体アーキテクチャ



# 水上自律ロボットの全体アーキテクチャ





# VRX Competitionについて

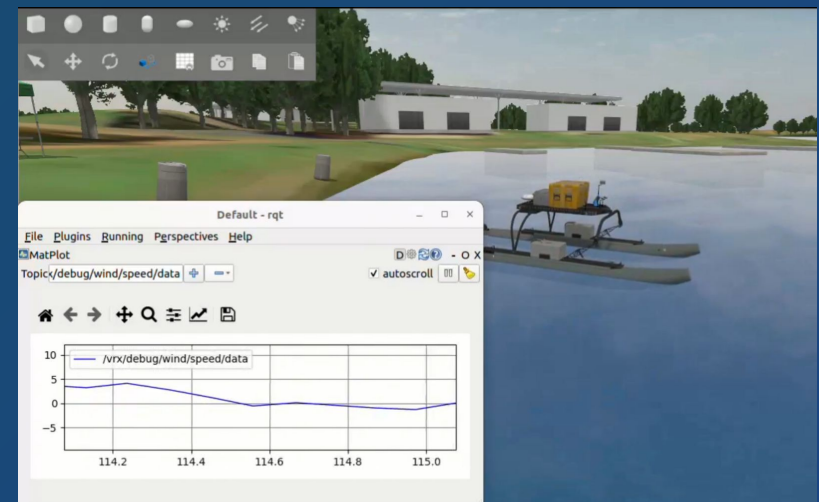
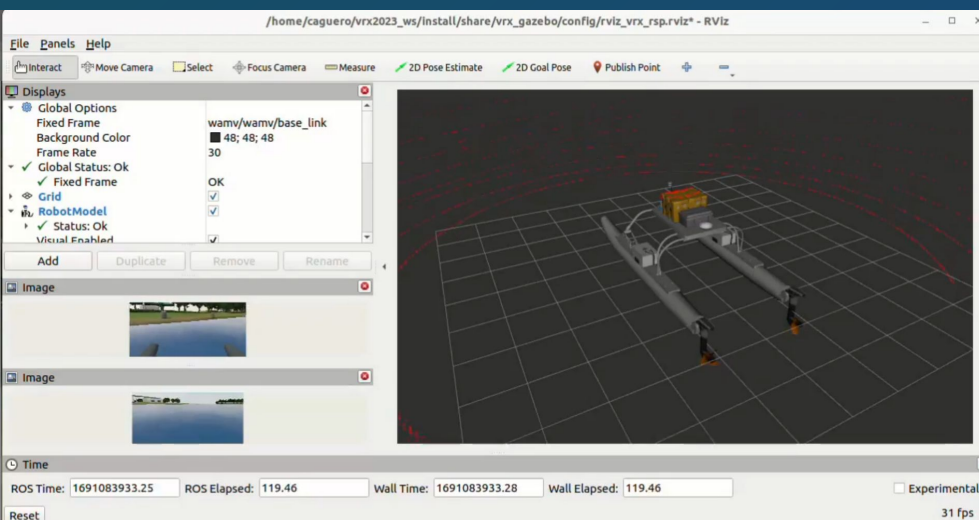
# VRX Competition

- Gazeboベースに作られた仮想環境でWAM-Vの自律航行能力を競う
- 使用できるセンサ情報及び台数が決まっている
  - 実機の構成
    - 3DLiDAR(Velodyne VLP-16) 2台
    - RGBカメラ 6台
  - VRXでの構成
    - 3DLiDAR(Velodyne VLP-16) 1台
    - RGBカメラ 2台

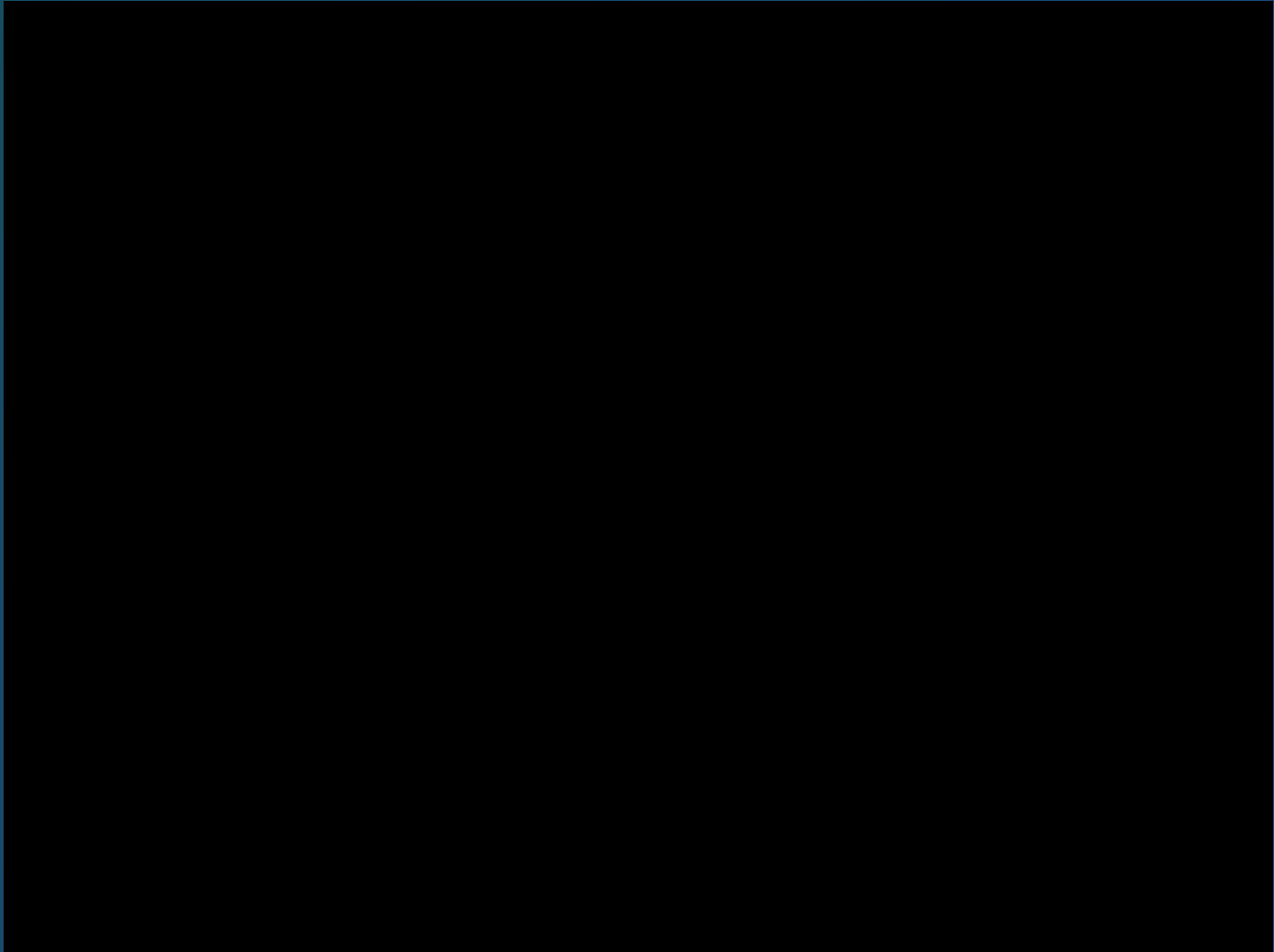


# Virtual RobotX(VRX)とは

- ROS 2を用いて開発されているため、Rviz2やrqtといった基本的なアプリケーションの使用が可能
- 実機で使用しているソフトウェアの適用が可能

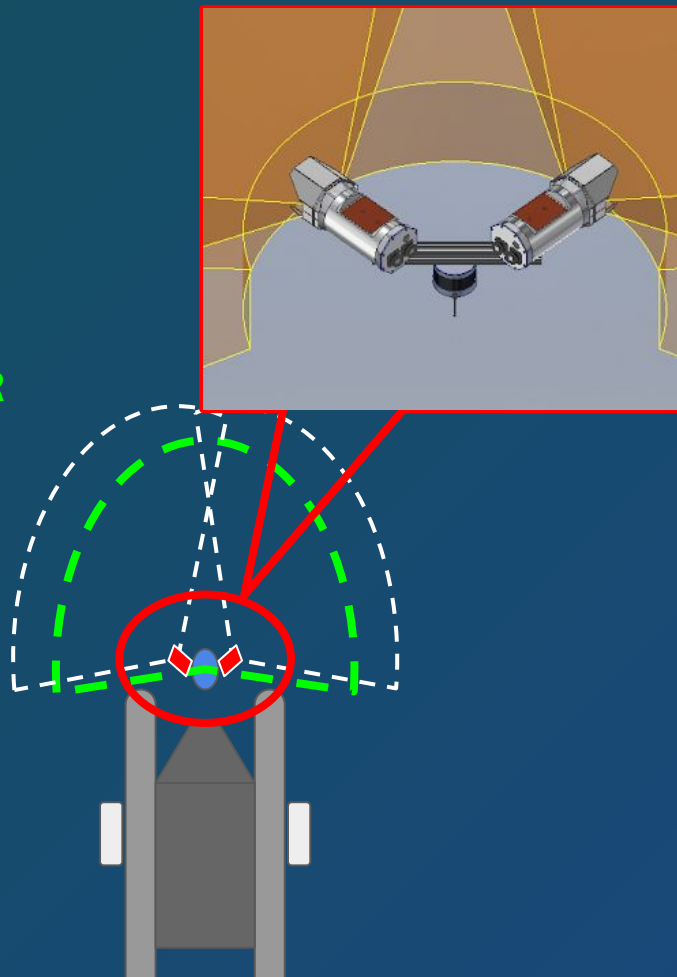
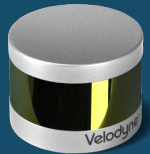


# The Virtual RobotX



# WAM-Vのセンサ配置

Velodyne LiDAR  
VLP-16



- カメラとLiDARで前方を計測できるように配置
- カメラは大会指定のカメラ
  - 1280×720(W×H)
- LiDARはVelodyne社のVLP-16を採用
- GPS,IMUを設置して船の自己位置や船速を推定



# 実機とVRXの比較

実機の映像



VRXの映像

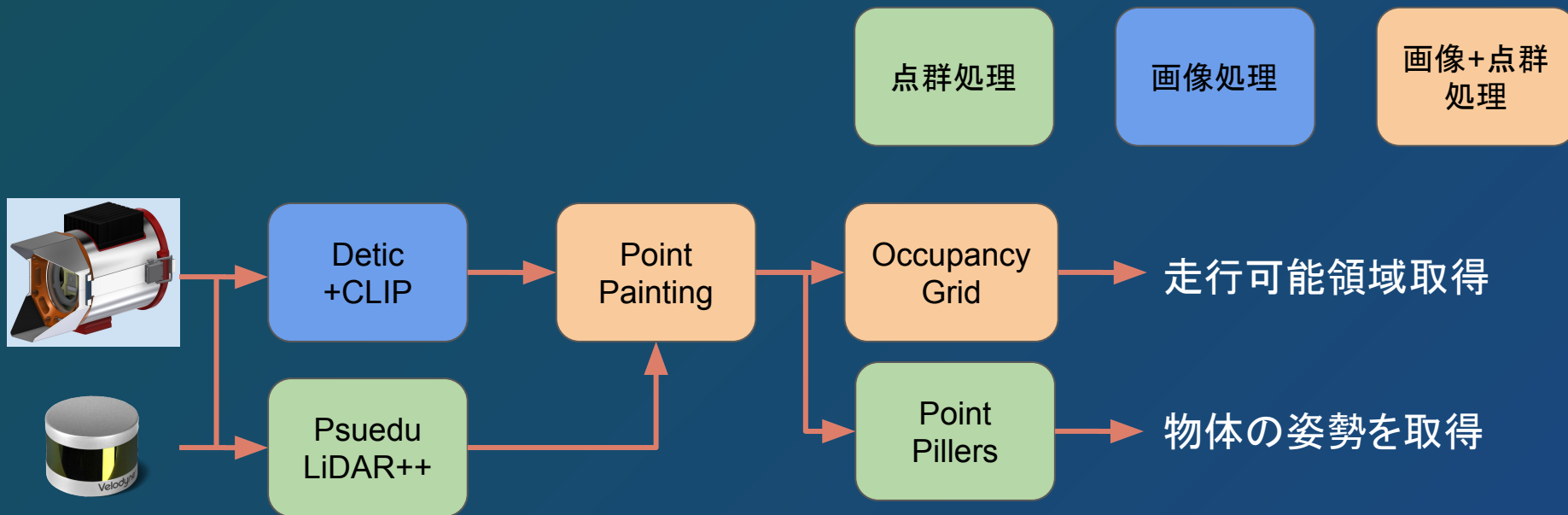


目指すもの:

海上、陸上、シミュレーション  
全ての環境に適応可能かつ頑健な  
3次元環境認識システムを提案

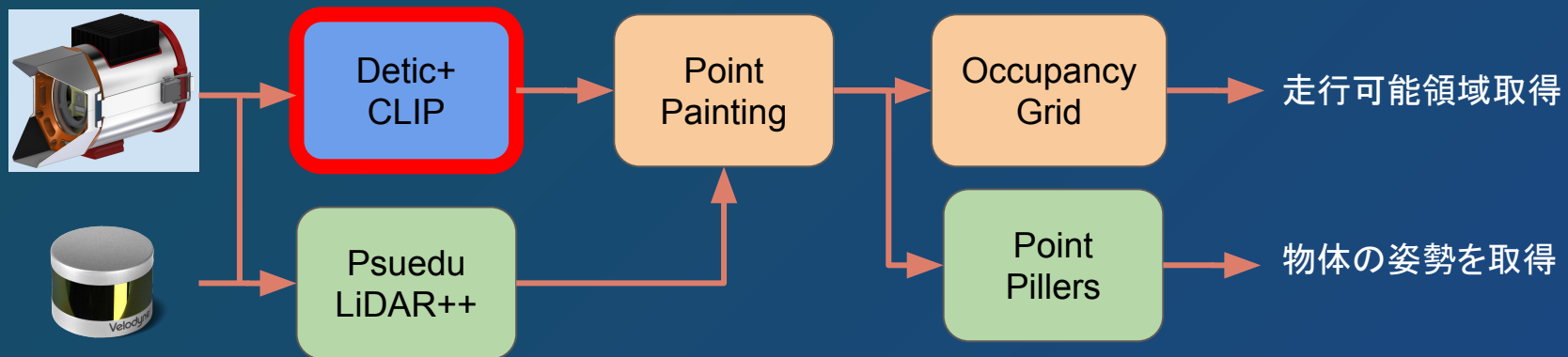
# 自律ロボットの認識システム

# 提案する3次元環境認識システム



- カメラとLiDARを合わせた構成
- 物体検出にDeticを採用
- 密な点群情報取得のためにPsuedu LiDAR++を採用
- カメラLiDARフュージョンにPoint Paintingを採用
- 物体の姿勢を取得するためにPoint Pillersを採用

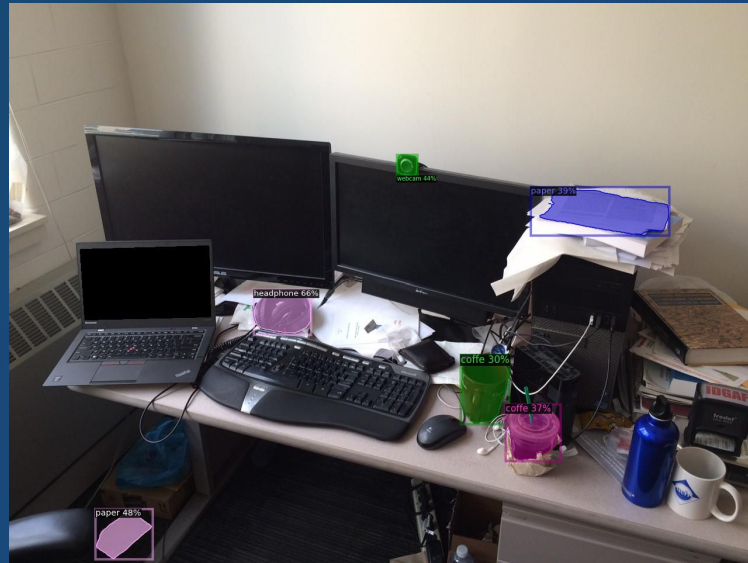
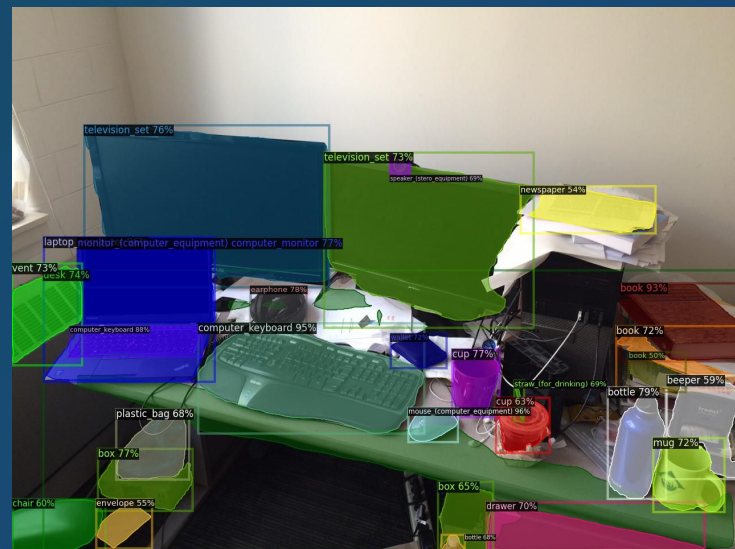
# Detic(物体検出)





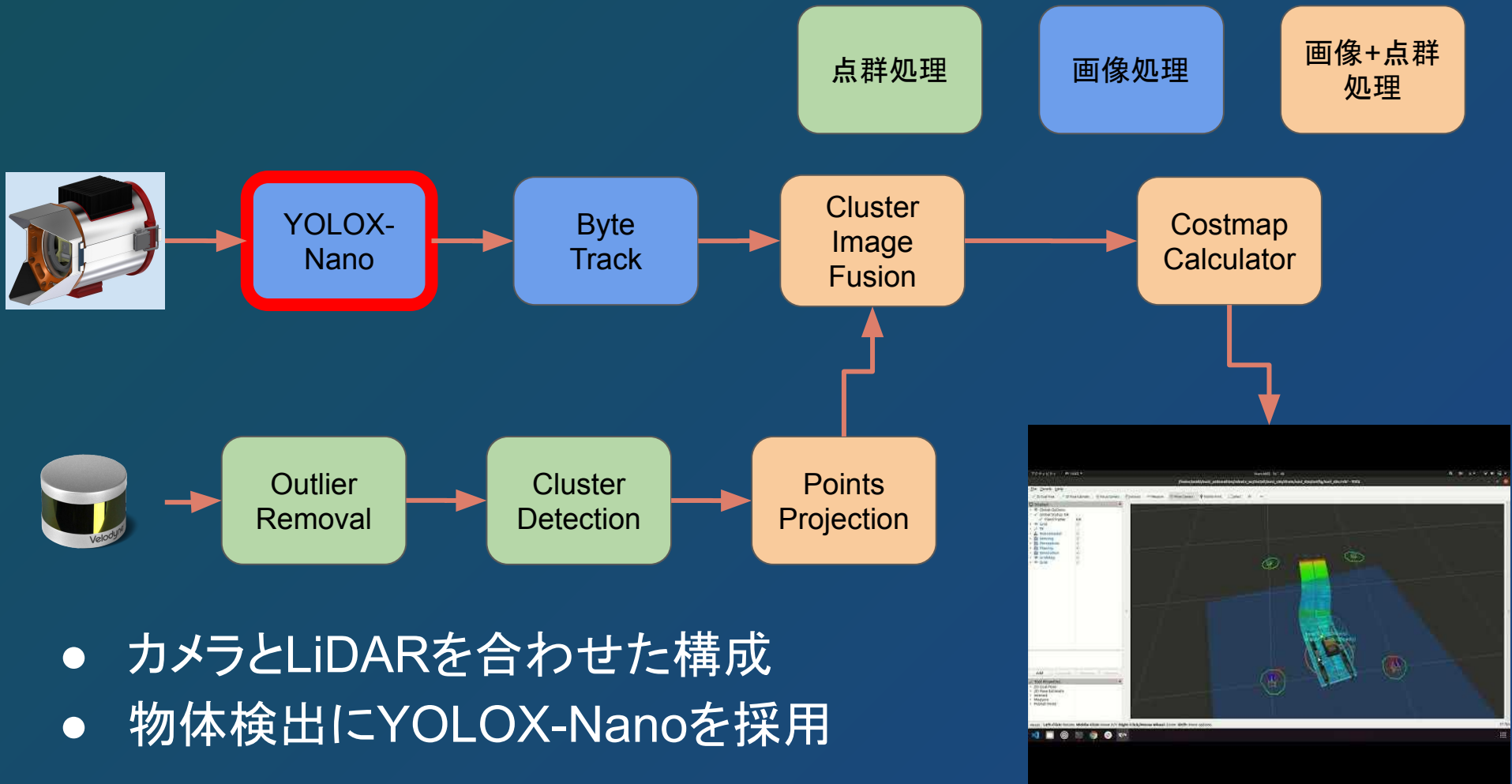
# DeticとROS2-Detic(物体検出)

- 2万クラスの物体検出およびインスタンスセグメンテーションが可能
- 画像分類のデータセットを用いて学習が可能
- **プロンプト**の与え方により検出ターゲットの変更が可能のため、**再学習の必要がない**
  - paper, coffe, headphone, webcam



Deticの出力結果[1]

# 旧3次元環境認識システム



# 旧3次元環境認識システム-YOLOX-Nano

- YOLOX-NanoはYOLO系の物体検出
- 処理が軽量かつ通常的环境下では強力な検出器であるが、学習素材が集めづらいRobotXには不向き



学習パラメータ

- ・epoch 300
- ・350 images

# YOLOX-NanoとDeticの比較

YOLOX-Nano

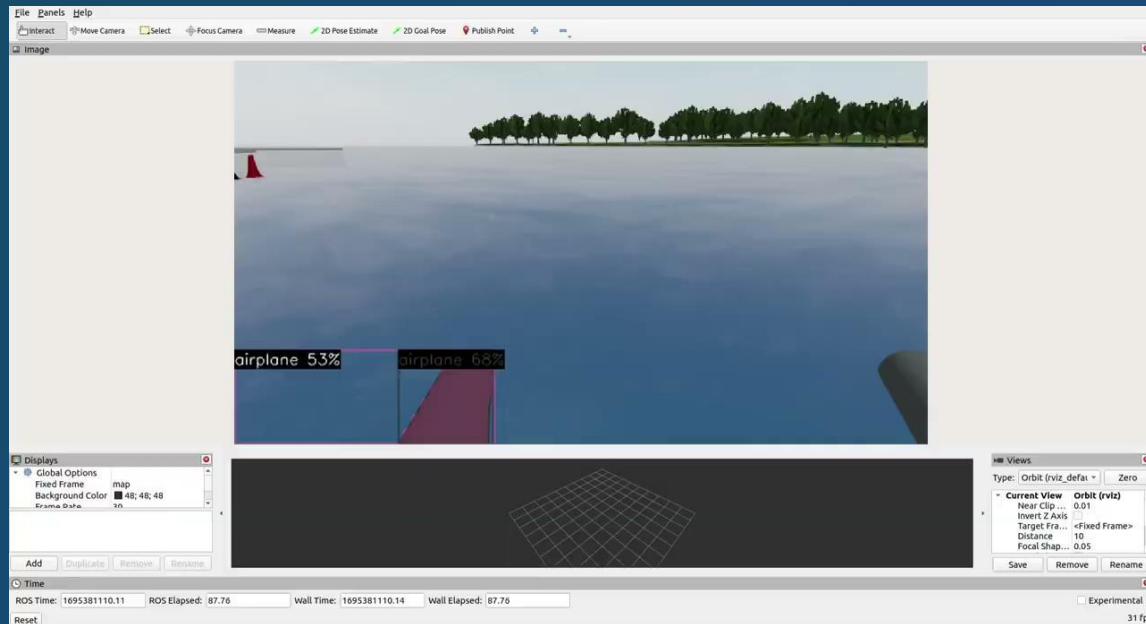


Detic



# DeticとROS 2-ROS 2

- Deticによる推論結果を船の自律航行に活用するため、ROS 2 Wrapperを作成
- OSSとして公開
  - [https://github.com/OUXT-Polaris/detic\\_onnx\\_ros2](https://github.com/OUXT-Polaris/detic_onnx_ros2)





# DeticとROS2-ONNX

- ONNXモデルはailia-models[2]からダウンロード
- 推論の高速化のためにonnxruntime-gpuを使用
- ROS ParameterでCPU/GPUの切り替えが可能
- 今後はonnx2tfやTensorRTによる更なる高速化を検討中

	<b>onnxruntime</b>	<b>onnxruntime-gpu</b>
<b>推論時間</b>	2.0【sec】	0.15【sec】

CPU: Intel i5 第10世代  
GPU: RTX 4070

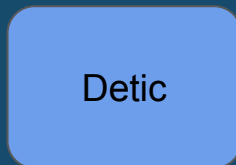
# DeticとROS2-ONNX

- ONNXモデルはプロンプトが制限されてしまうためプロンプトチューニングによる柔軟な検出ターゲットの変更が不可

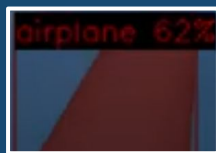
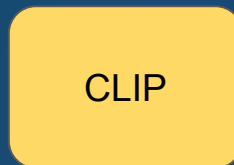


- Deticの後段に基盤モデルであるCLIPを挟むことで柔軟な検出ターゲットの変更を可能にする

object detection



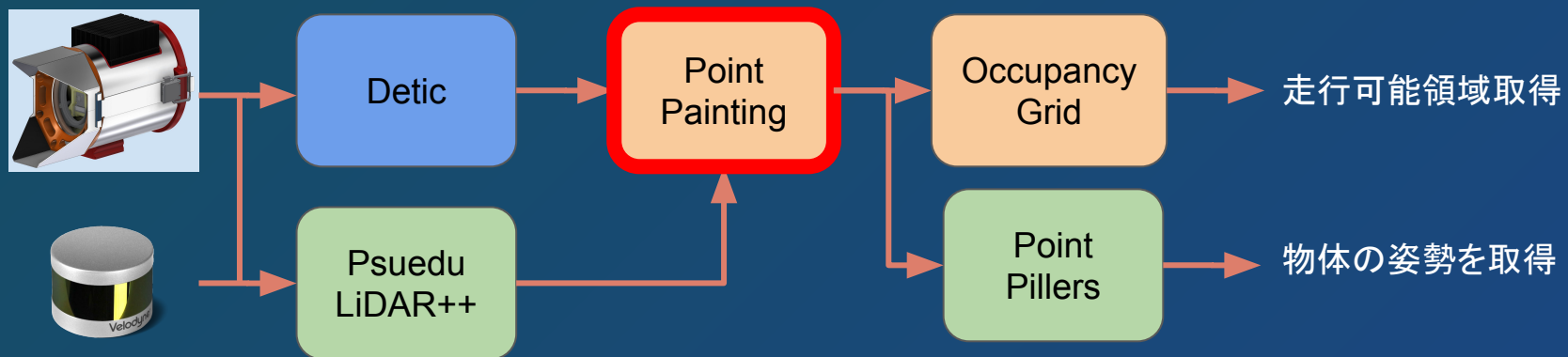
classification



detection result

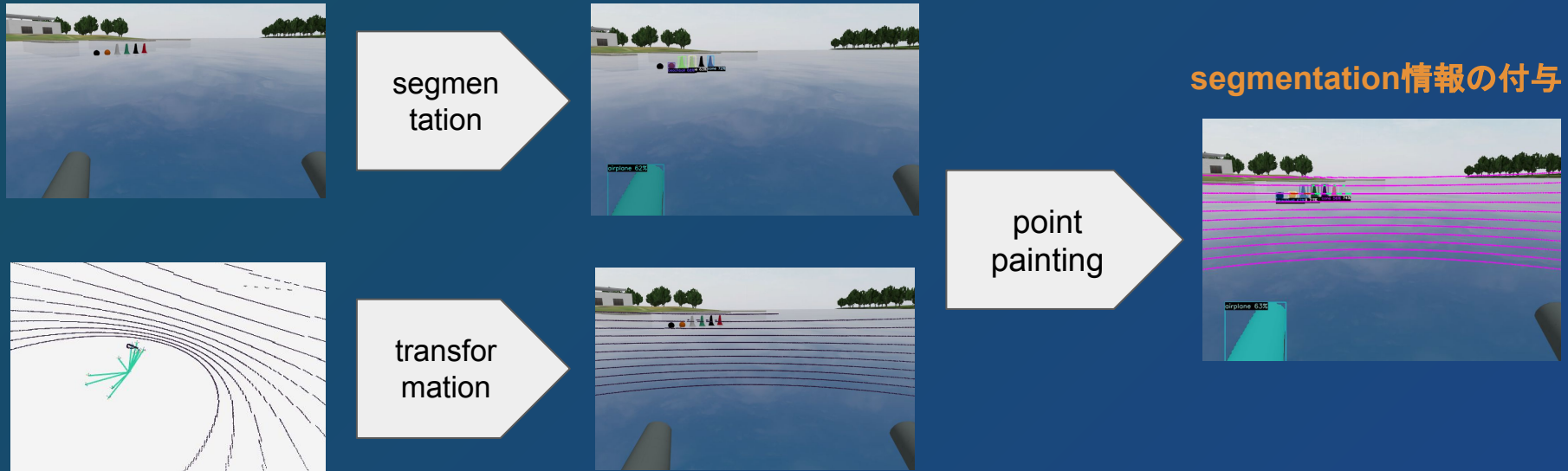


# Point Painting(3次元情報に変換)

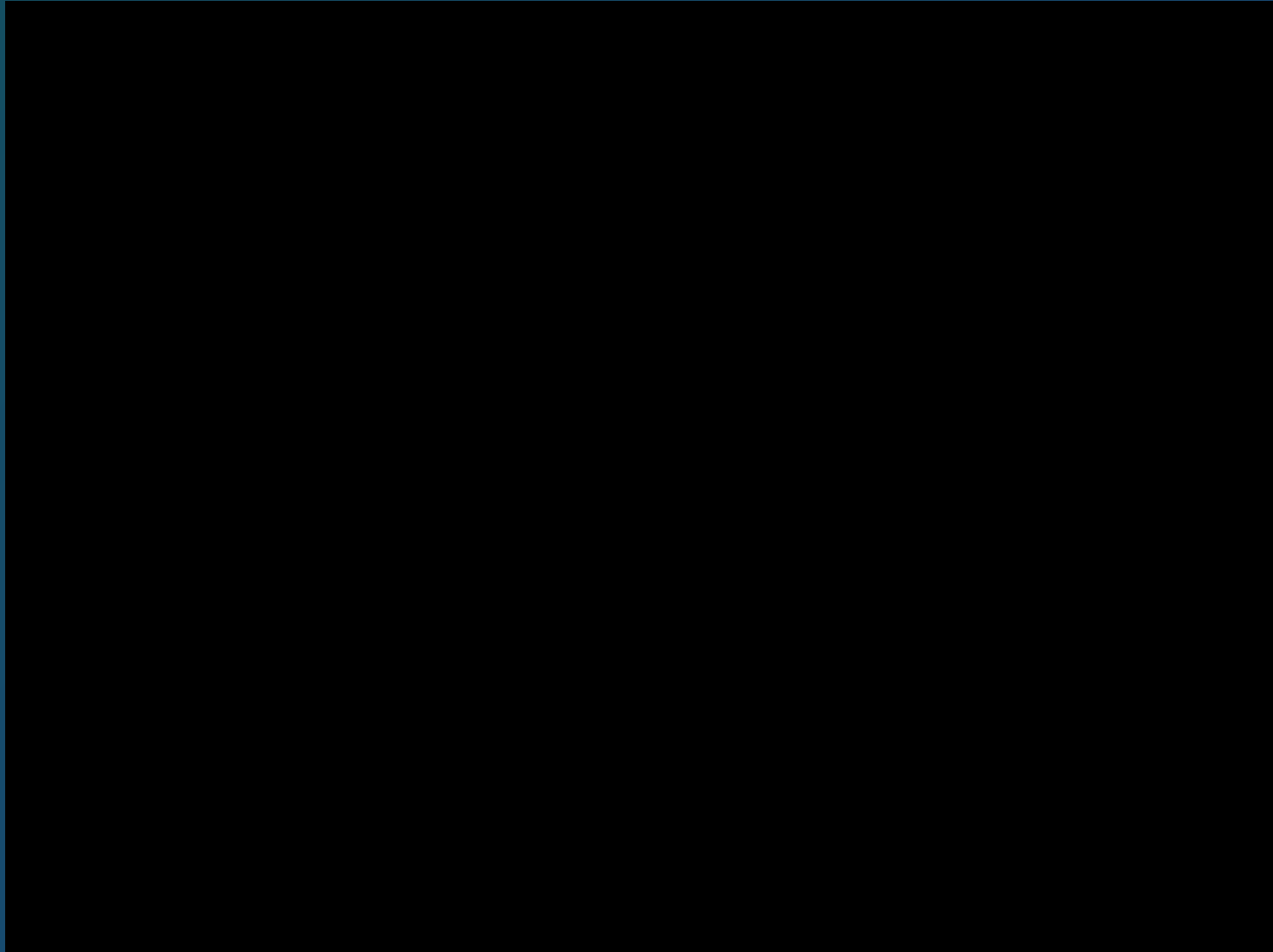


# Point Painting(3次元情報に変換)

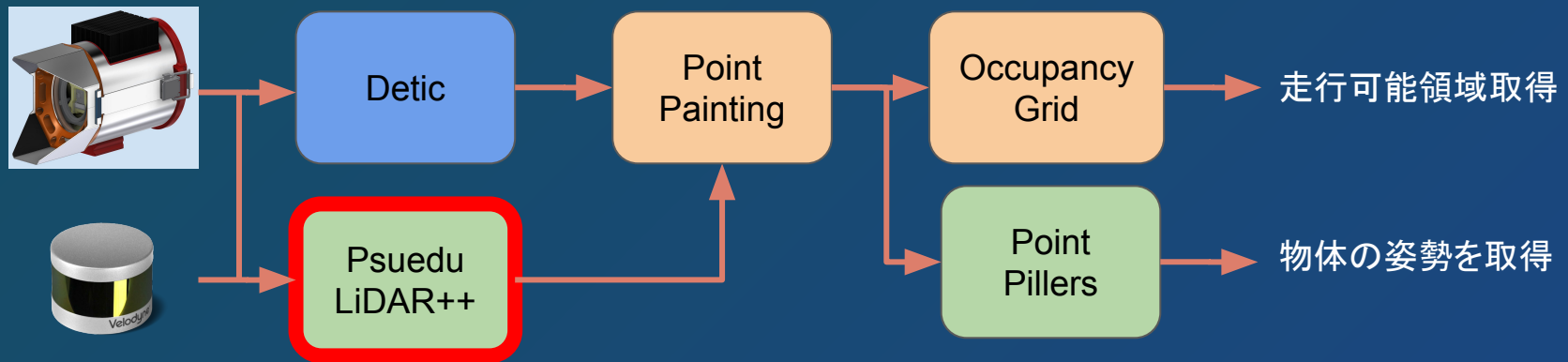
- セグメンテーション情報を元に点群にクラスや確率情報を付与  
⇒コストマップやナビゲーションなどに利用
  1. deticによるSegmentation情報の取得
  2. 対応する点群に付加情報を付与
- Deticからセグメント画像(sensor\_msg/Image)を受け取っているので輪郭の座標値(geometry\_msg/Polygon)取得に変更



# Point Painting

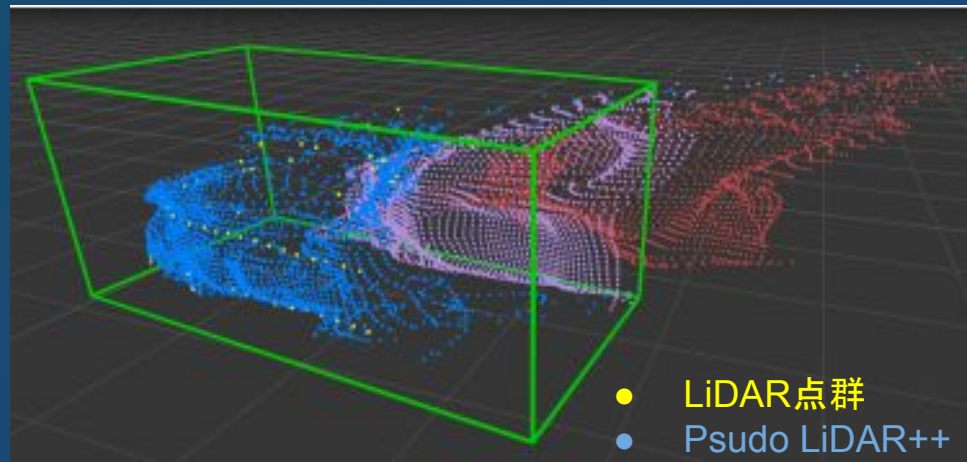


# Psuedu LiDAR++(点群情報の補間)



# Pseudo LiDAR++(点群情報の補間)

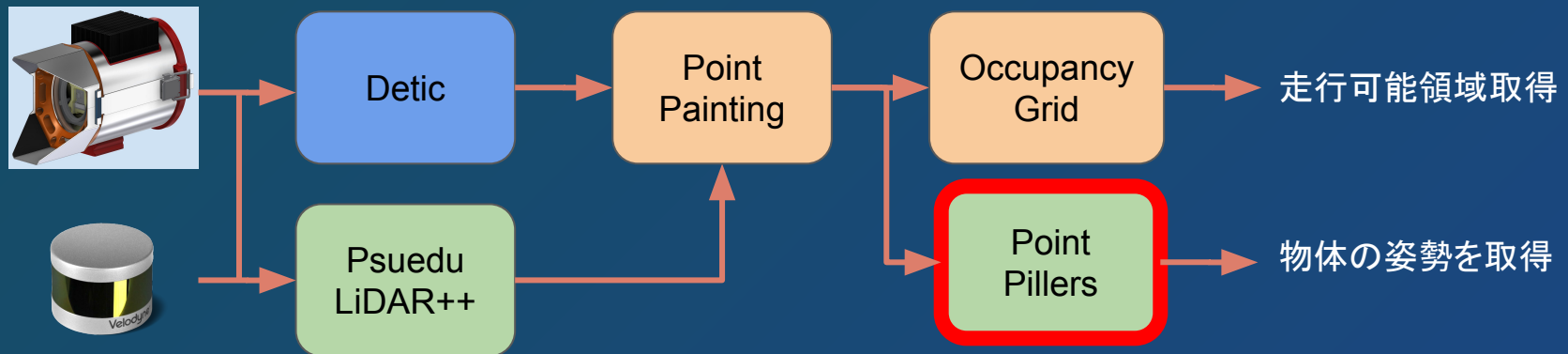
- スパースな点群のままでは、Point Pillarsには不十分であることから点群データ+ステレオカメラを用いて点群密度を上げるニューラルネットワーク
- 学習及び推論に時間がかかってしまう
  - 学習期間
    - Nvidia A100
    - 5日



Pseudo LiDAR++[3]

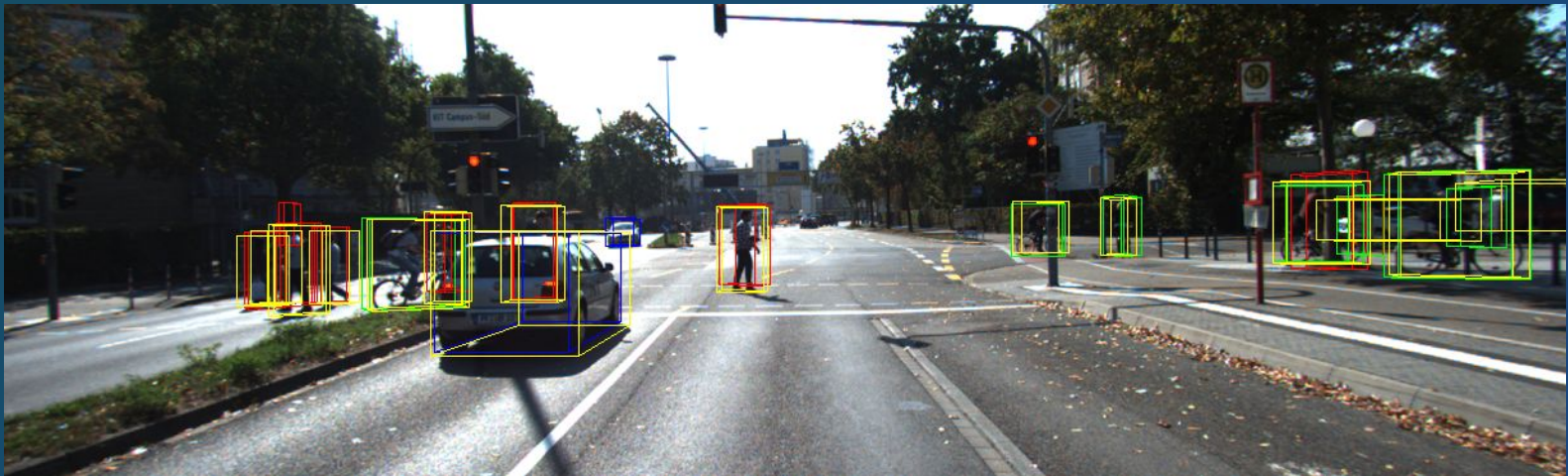


# Point Pillers(3次元物体姿勢推定)



# Point Pillars(3次元物体姿勢推定)

- 点群データを用いた3次元物体検出モデル
- 推論時間が62Hzと高速となっている
  - CPU: Intel i7
  - GPU: Geforce 1080ti



Point Pillars[4]

# まとめ(今後の展望)

- 物体認識アーキテクチャの各レイヤーでの動作確認やROS 2 Wrapperの作成及び統合
- PointPainting側の高速化
- Psuedu LiDAR++はEdgeデバイス上での動作に難ありのため代替りとなるアルゴリズムの導入を検討

# メンバー募集

OUCT Polarisでは**自律航行**をやってみたい人を募集しています！

- ハードウェア設計
- 電子回路設計
- ファームウェア実装(HSIカメラ,音響系)
- 自己位置推定系の実装(発音体の位置推定)
- 船の行動計画系の実装(BehaviorTree)
- 物体認識系の実装
- 運営(スポンサーとのやりとりなど)



上の内容等に興味のある方は [@OUCT\\_Polaris](#)まで！

# スポンサー募集

## Gold Sponsors

対象：¥1,000,000以上

あなたの会社のロゴを下記に掲載させていただきます！

- 船体
- Webサイト(スポンサーページ)
- チームユニホーム
- オープンソースのシミュレーション上の船の3Dモデル上
- 私たちのGitHubのすべてのREADME.mdファイル上

## Silver Sponsors

対象：¥500,000以上

あなたの会社のロゴを下記に掲載させていただきます！

- 船体
- Webサイト(スポンサーページ)
- チームユニホーム



ご清聴いただきありがとうございました。  
ご質問ある方がおられましたらよろしく  
お願い致します。

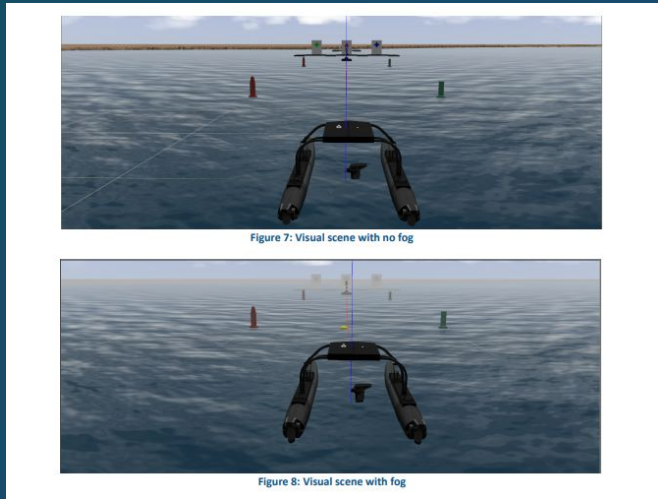
# The Virtual RobotXのルール

GazeboとROS 2は、VRXのデフォルトの前提条件

ROS2とGazeboを使っていることを書く

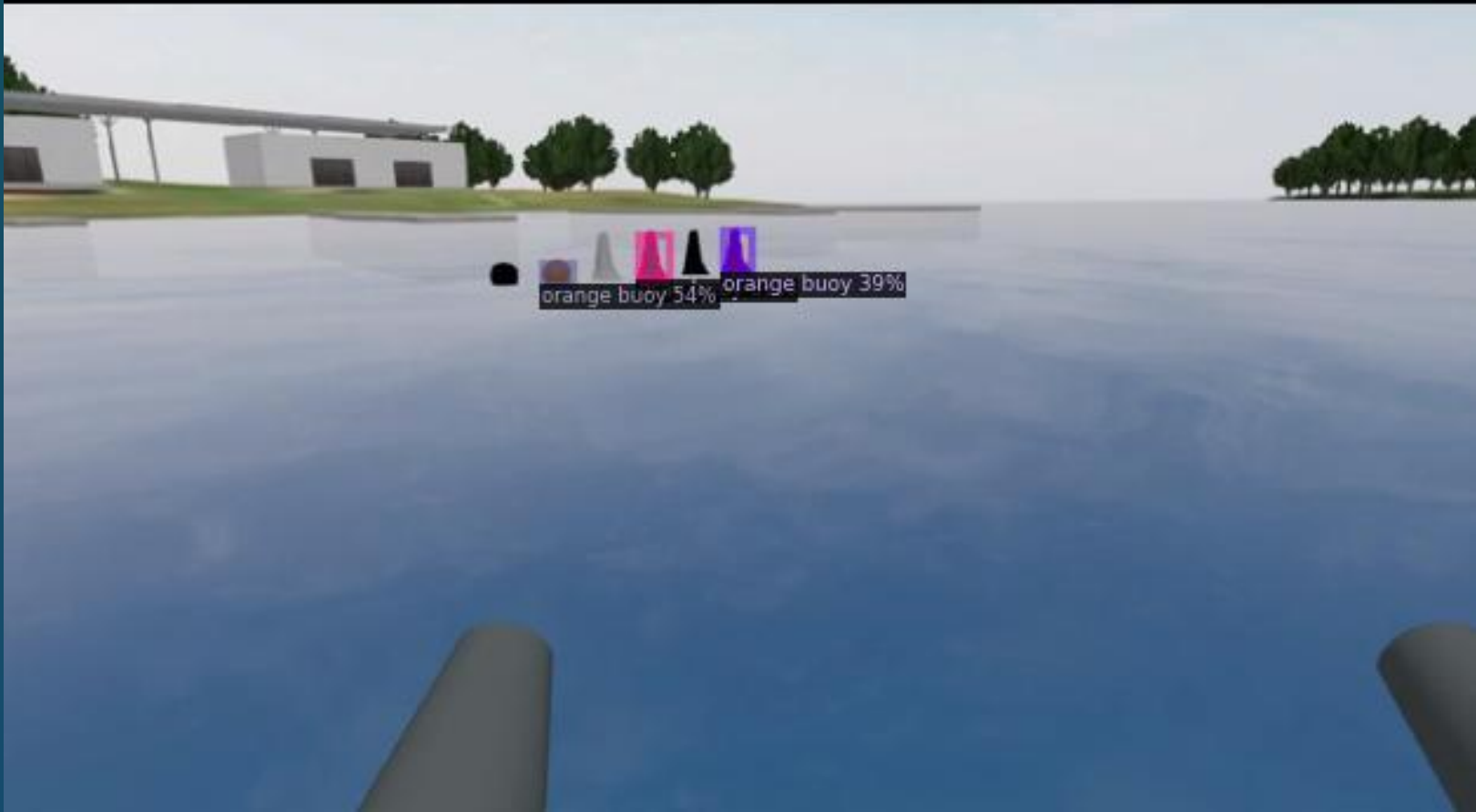
ジョイスティックでも動きますよ

VRXとMaritimeRobotXの違い制限



- Fog
- Wind
- Wave
- Ambient Light





# 質問対応箱

- VRXのバグでLiDAR情報が水面反射して水面の情報が帰ってきてしまっているが、Deticの推論では水を検出しないので問題ない
- 本来はPointPillersの中にPointpaintingが含まれてコード実装や論文投稿がされているが、実装の都合上分離している。occupancy grid map生成にはPointpaintingで得られるセグメントされた点群のみが欲しいのであえて分けています。