

Seminar on retrofit technologies for autonomous mobile robot

2023.02.27

特別講座 #01

NEDO特別講座

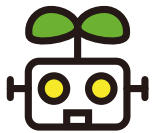
中小建設業ROS活用人材育成講座

特別講座とレトロフィット技術を利用した自動運転の概要

講演者 大野和則

所属 東北大学未来科学技術共同研究センター





Seminar on
Retrofit
Technologies
for Autonomous
Mobile Robot

受講生の皆様へのお願い



- 録画録音、配付した講座資料や開発環境やそのURLなどの無断共有、チャットでの誹謗中傷、参加者の情報公開は固く禁止させていただきます。発見した場合は直ちにご退場いただきます。

- セミナー中のzoomのお名前は、“お名前（所属）”にしてください。
※オンライン講義を運営するFIELD AND NETWORKの方が受講者を確認するのに利用いたします。

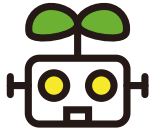
- セミナーの記録を残すために講座運営側で録画いたします。

- セミナー中はカメラをONにして参加して下さい。講演者が受講生の様子を見ながら話の内容を調整するのに利用いたします。

※講演者、受講生以外の講義運営メンバー（裏方）はカメラをOFFにして参加する場合があります。

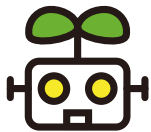


- セミナー中はご発言の時以外はマイクをミュートにしてください。ご発言の時はマイクをONにしてご発言をしてください。



内容

- 自己紹介
- NEDO特別講座の概要
- レトロフィット技術を利用した大型ダンプトラックの土砂運搬の自動化の概要
- ROSとは？
- 来週までの宿題：実習環境のセットアップとROSの基礎知識の勉強



Seminar on
Retrofit
Technologies
for Autonomous
Mobile Robot

大野の略歴

- 1995.4～2004.3 筑波大学
工学研究科卒業 博士（工学）の学位取得
「自律移動ロボットの屋外ナビゲーション」
- 2004.4～2005.3 神戸大 C O E
安全と共生のための都市空間デザイン戦略
「レスキューロボット」
- 2005.4～ 東北大学 助教・講師・准教授
特任教授（研究）
「自律移動ロボットの知能」
「レスキューロボット」
- 2019.6～ 東北大TCPAIフィジカル部門長



画像認識で歩道沿い走行

Outdoor navigation for a mobile robot
based on GPS and odometry

Intelligent robot lab.
Univ. of Tsukuba

Jun. 2004

<http://www.roboken.esys.tsukuba.ac.jp/~kazunori/>

GPSベースのナビゲーション



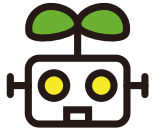
3D structure of walkway environment
in University of Tsukuba

constructed by LRF, RTK-GPS and Odometry

Oct 19. 2003


<http://www.roboken.esys.tsukuba.ac.jp/~kazunori/>

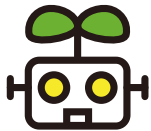
LRFとGPSによる地図構築 4



Seminar on
Retrofit
Technologies
for Autonomous
Mobile Robot

大野の研究の興味

センシング + 動き = 人 



Seminar on
Retrofit
Technologies
for Autonomous
Mobile

タフなロボットの自律制御や知能の開発

災害対応/インフラ検査など極限環境で使えるタフなロボット技術

1. 過酷環境における自動運転

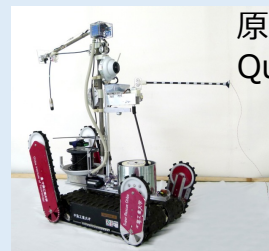


NEDO レトロフィットで大型
ダンプの土砂運搬の自動化



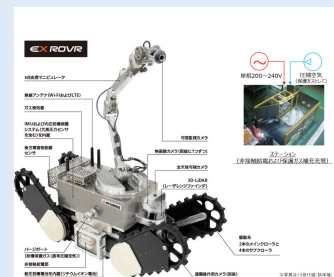
TMEJ雪・凍結に頑健な
屋外無人搬送車

2. 災害対応ロボット



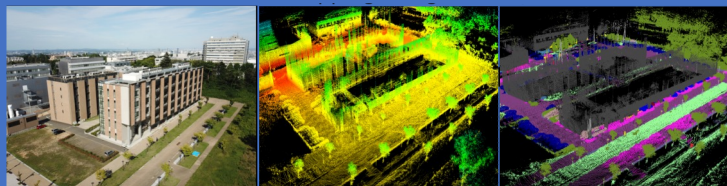
原発対応ロボット
Quince

MHI共同
防爆クロー
ラロボットの自動点検



5. 空間認識・知能化

ヘテロデータからベイズ推定や
機械学習の仮説検証で知を創成



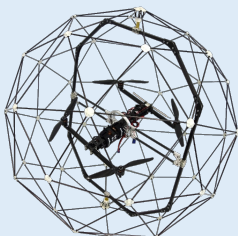
SLAM

セマンティック
マップ



壁反力を利用した横移動

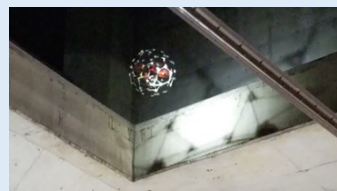
3. インフラ点検 ドローン: 高所狭隘空間の搜索



受動回転球殻
ドローン

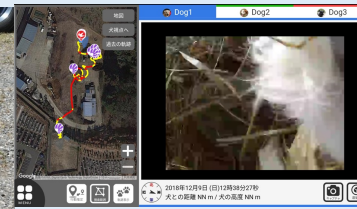
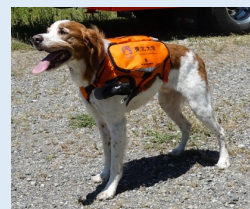


固定分割球殻
ドローン

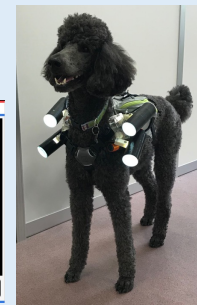


東京メトロ地下鉄
トンネル内の点検

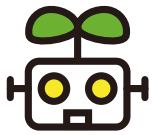
4.サイバー救助犬: 搜索の可視化とイヌ の行動制御



被災者搜索の可視化



犬の行動誘導 6



Seminar on
Detrofit

ロボット技術の実用化・社会実装の展開

大学のシーズ

コア技術

1. 過酷環境でのセンシング技術
2. ノイズに対して頑健な認識技術
3. 予測・推定の確率的枠組み構築
4. 多様な行動のモデル化と制御
5. 新しい機構・機能のデザイン

産学官連携PJ

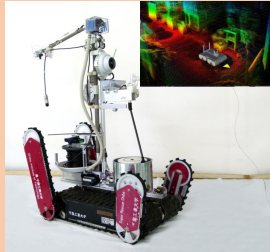
屋外無人搬送車
[TMEJ]



災害対応ロボット

災害対応・極限センシング・自律化

[NEDO, JSPS, SIP, 総務省]



サイバー救助犬

人・犬コミュニケーション

[JSPS, CREST, ImPACT]



産業

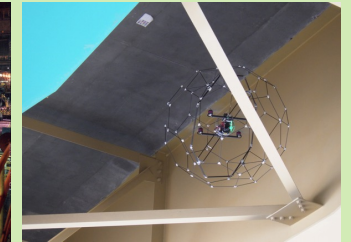
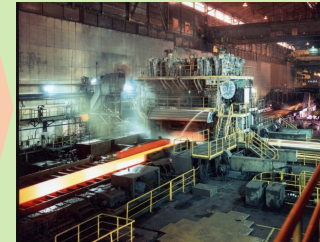
交通・物流：国内20兆円（2030年）

自動配送・運転、老人・患者の運転支援



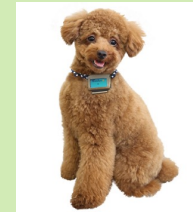
インフラ点検：国内16兆円、国外167兆円
(2020年)

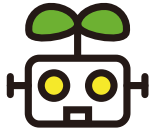
工場設備、橋梁、トンネル



ペット産業：国内1.4兆円、米国6.5兆円
(2015年)

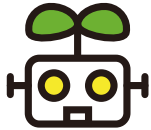
しつけ・介護・保険・人と動物の共生





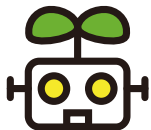
参加者の皆さんの自己紹介

名前、所属、意気込みや役割など



内容

- 自己紹介
- **NEDO特別講座の概要**
- レトロフィット技術を利用した大型ダンプトラックの土砂運搬の自動化の概要
- ROSとは？
- 来週までの宿題：実習環境のセットアップとROSの基礎知識の勉強



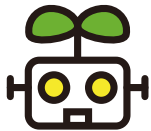
NEDO特別講座

• 趣旨

- 中小建設業ROS活用人材育成講座は、業務に活かせる高度な人工知能の習得と、自動化技術の社会実装を目指して、最先端の知能化ソフトの開発や活用を、座学・実技を通じた講義で基礎から応用/実践レベルまで学びます。
- 建設業の技術者や製品・ソリューション開発者が更なる技術力を身につけるため、これから技術職を志す学生がより深く学びを得るための講座です。

• 特徴

- NEDO次世代人工知能システムインテグレートPJや大学の研究を通して開発したROSベースの知能化ソフトウェアやシミュレータを利活用
- 建機や移動ロボットの自動化に興味がある企業や学生を対象に講義や演習を実施し、知能化ソフトやROSやAIに関する知識を有する人材を育成
- 定期的に周辺技術の研究の講演会や現場適応を考える企業との意見交換を開催して、人的交流の促進や新たな研究テーマや適応先の開拓



NEDO特別講座でやりたいこと

東北大学未来科学技術共同研究センターを中心に開発した成果を紹介しながら、ROSを利用した知能化ソフトや自律化の知識を持つ人材を育成！

大学やNEDO PJの
先端研究成果の普及



ROSを利用した知能化ソフトや
自律化の知識を持つ人材育成



新しい研究の
創出



研究開発拠点（東北大学未来科学技術共同研究センター）

知能化ソフトや自動化の講師の招集

- ・ 先端技術や知識を持つ研究者
- ・ ROSや知能化ソフトウェア開発に従事する研究者



人材育成と研究開発支援

- ・ 講義や演習やアイデアソン



知能化ソフト開発のノウハウとオープンソース

- ・ 災害対応、インフラ点検ロボット開発の実績
- ・ 大型ダンプトラックの自動化の実績



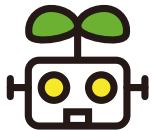
自動化の社会ニーズと課題

各社の自動化ニーズが豊富に存在



知能化ソフトの知識を持つ人材不足



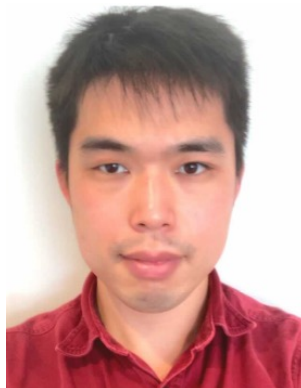


講師紹介

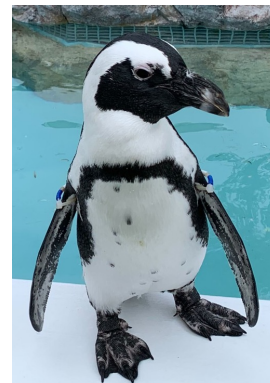
Seminar on
Retrofit
Technologies
for Autonomous
Mobile Robots



大野和則
東北大学



小島匠太郎
東北大学



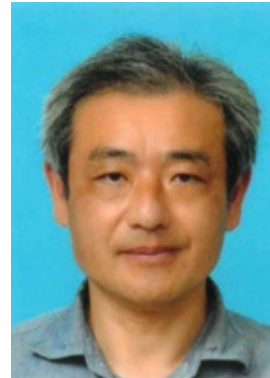
川下彩夏
三洋テクニクス



鈴木太郎
千葉工業大学



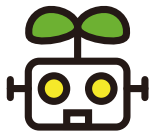
宮本直人
東北大学



綿貫肇
コーワテック

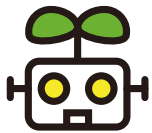


鈴木高宏
東北大学



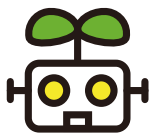
全2回の講義日程（2回オンライン）

1. 2023年2月27日(月) 16:00～18:00 **大野和則**
後付運転ロボットやAIを利用した大型ダンプトラックの自動運転を題材に、自動化に必要な技術の概要を紹介
2. 2023年3月1日(水) 16:00～18:00 **小島匠太郎、川下彩夏 実習**
シミュレータを利用した大型ダンプトラックの自動運転の実習と智能化ソフトウェアやROS利用の理解の深化
3. 202*年**月**日(*) 午前中 宮城県大崎市フィールド オンサイト
三本木フィールドで実際のダンプトラックを利用した自動運転を見学
4. 202*年**月**日(*) 15:00～18:00 宮本直人、綿貫肇
GNSSやIMUを利用した移動体や人の動きの計測の仕組みの理解
後付運転ロボットSAMを利用した自動運転の理解
5. 202*年**月**日(*) 15:00～18:00 鈴木太郎、小島匠太郎
GNSSやLiDAR用いた3次元計測や位置推定の仕組みの理解
地図を利用した経路計画、経路追従制御、障害物回避の仕組みの理解
6. 202*年**月**日(*) 15:00～18:00 鈴木高宏
学んだことをベースに自分たちでやってみたいことを議論



内容

- 自己紹介
- NEDO特別講座の概要
- **レトロフィット技術を利用した大型ダンプトラックの土砂運搬の自動化の概要**
- ROSとは？
- 来週までの宿題：実習環境のセットアップとROSの基礎知識の勉強

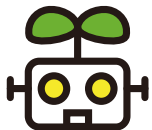


Seminar on
Retrofit
Technologies
for Autonomous
Mobile Robot

ロボット技術と人工知能を活用した地方中小建設現場の 土砂運搬の自動化に関する研究開発

委託先：東北大学、佐藤工務店、千葉工業大学
再委託先：三洋テクニクス、コーワテック





研究開発の背景・狙い

- **土木建設分野は作業の自動化のニーズが高い！**

- 作業の担い手の減少(ピーク時の3割減)
- 作業の担い手の高齢化 (55歳以上34%、29歳以下11%)

※国土交通省調査結果

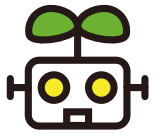
- **一方、94%を占める中小事業者が自動化を行うには障害が存在！**

- 中小事業者は投資余力が少ない
- 自動化専用の建機の新規購入は極めて困難
- 建機レンタルの会社は自動化専用機を保有していない

- **本研究開発の狙い！**

- 市場に豊富に存在する既存の建機を利用した自動化を提案
- レトロフィットで既存の建機を自動化、中小事業者の現場に提供





研究開発の目的・効果

目的：人間が操るバックホウと連携して土砂を運搬する積載量30tを超える大型ダンプトラックの自動化

効果：人手不足解消、コスト削減、工期短縮、省エネ、CO2削減

アプローチ：レトロフィットによるICT化・ロボット化

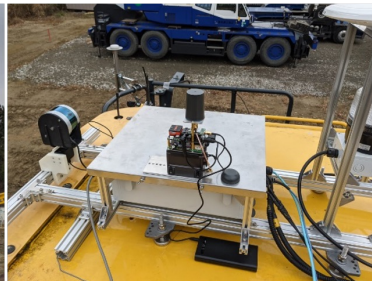
- ・ 後付けセンサボックス等で建機のデータ化
- ・ ドローンで作業環境をデータ化
- ・ 後付け操縦ロボットとAIで建機をロボット化



三次元の環境計測



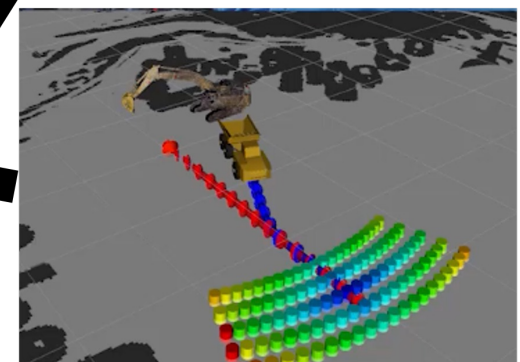
簡易後付けセンサ・制御ボックス



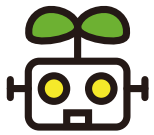
簡易後付け運転ロボット



簡易後付けセンサボックス



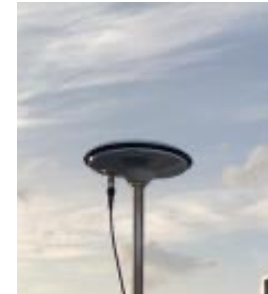
知能化ソフト (AI・ROS)



大型ダンプトラックの自動運転システムの構成



建設現場の3次元計測用のLiDARとGNSS搭載ドローン



高精度測位のための補正情報を配信するGNSS基準局の設置

センサボックス (アーム、ブーム、操縦席) GNSSアンテナ



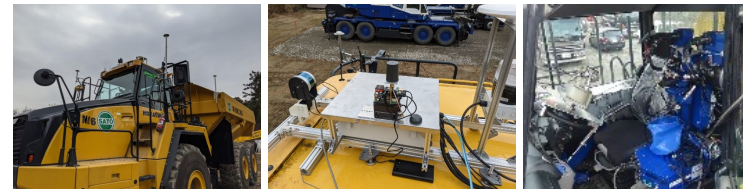
強力磁石マウント

センサボックス嵌入

人が操縦するバックハウの動作を計測するセンサボックスの設置



携帯電話網 4G/LTE



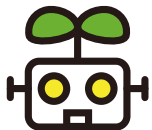
GNSSアンテナ

制御ボックス

運転ロボット



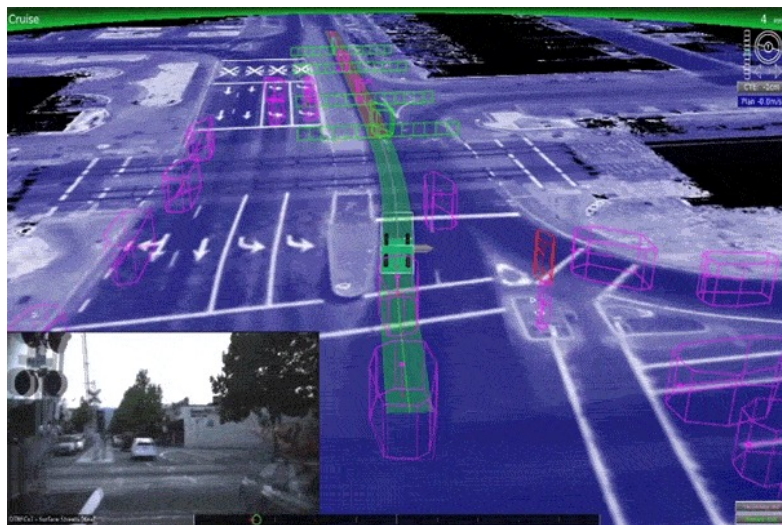
ダンプトラックを自動化するセンサ、制御ボックス、運転ロボットの設置



地図に基づく自動運転のソフトウェア開発



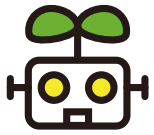
<https://www.extremetech.com/wp-content/uploads/2011/12/Screenshot-2011-12-20-at-3.44.21-PM-640x397.png>



<https://www.extremetech.com/wp-content/uploads/2014/09/googlecar04.gif>

1. ロボット用の地図構築
Simultaneous Localization & Mapping (SLAM)
2. 地図に基づく頑健な位置推定
Bayesian Filter (BF)
Landmark based localization
3. 車や障害物などの環境認識
DEM, 機械学習, CNN
4. 行動計画と走行制御
A*, Rapid Random Tree (RRT),
Pure-pursuit etc.

土木の現場や建機の特徴に合わせた方法の開発が必要

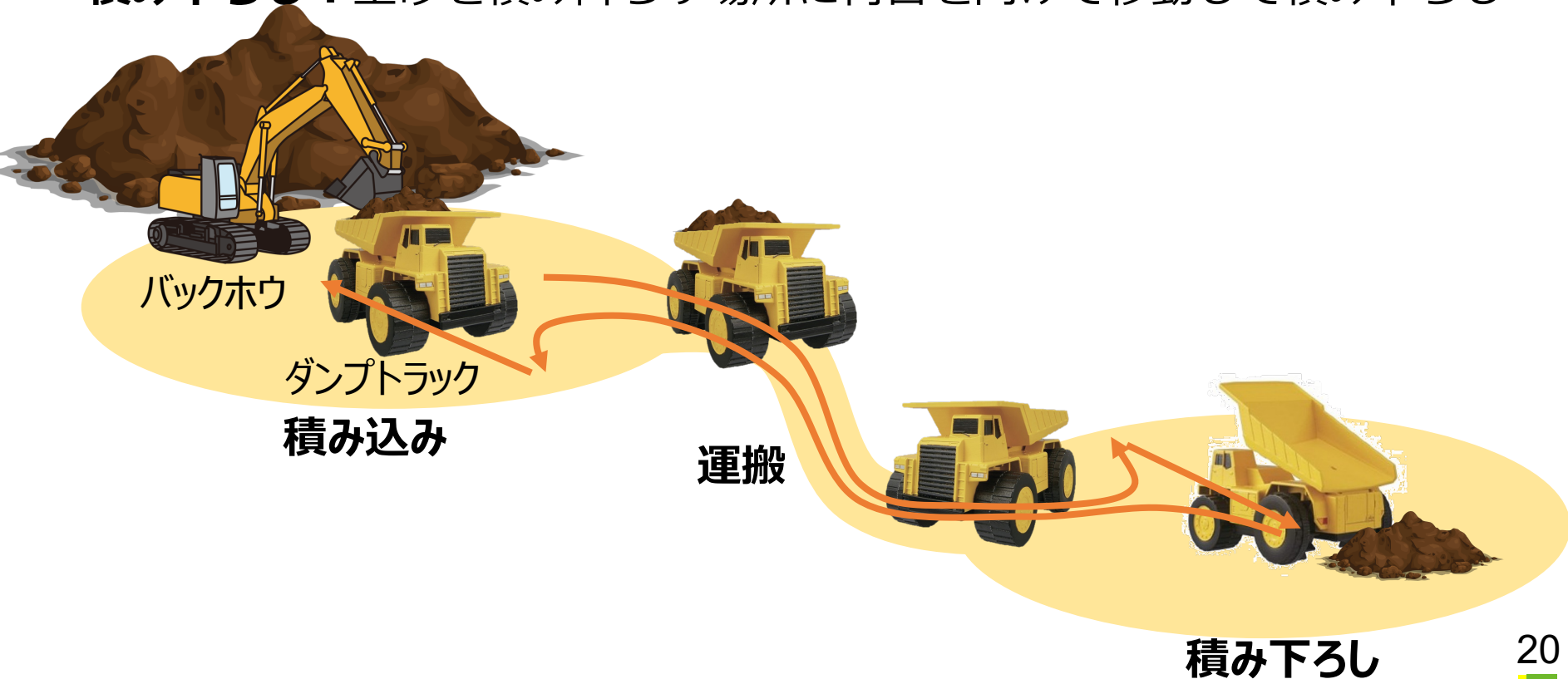


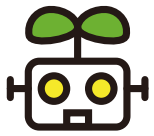
大型ダンプトラックの土砂運搬

積み込み：人が操るバックホウと連携してダンプトラックが土砂を積載
積載する位置やタイミングはバックホウの位置や姿勢で決定
ダンプトラックは積み込み場所に荷台を向けて移動・停車

運搬：決められた経路上を走行。
道幅が狭いところでは譲り合って走行

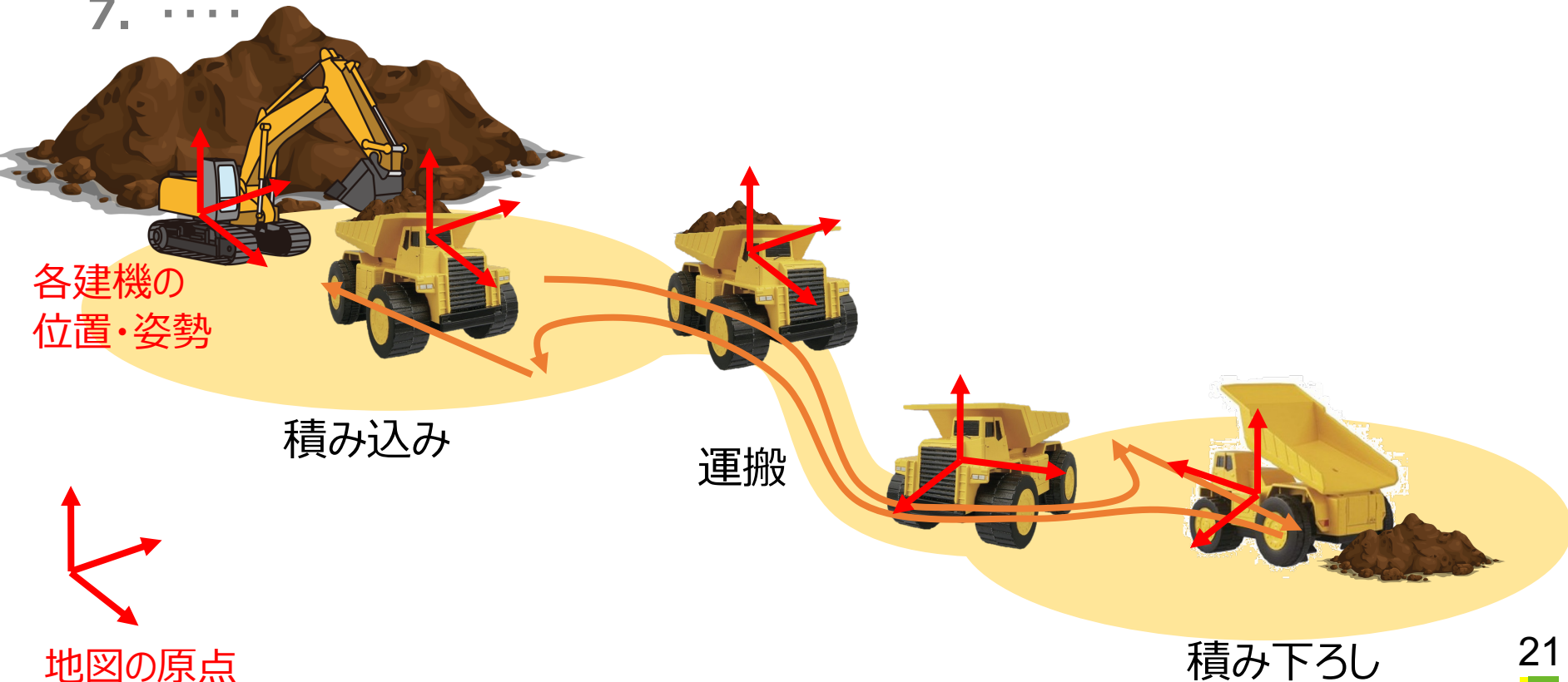
積み下ろし：土砂を積み降ろす場所に荷台を向けて移動して積み下ろし

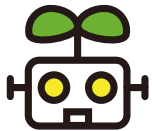




大型ダンプトラックの土砂運搬に必要な技術

1. **ロボット用の地図の計測**：切り土/盛り土で少しずつ変化する地形を計測
2. **建機の位置・姿勢推定**：建機は位置・姿勢を計測するセンサが必要
3. **プログラムからの指令で制御**：機器配置が異なる建機に搭載できる方法
4. **人の運転に近い行動・経路計画**：周囲の人が違和感を持たない方法
5. **人—機械協調を支援する技術**：……
6. **現場の施工計画**：……
7. ……



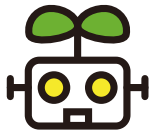


GNSSとLiDAR搭載ドローンによる高精度三次元計測(1/2)

[鈴木太郎 日本ロボット学会誌2019]

- 6個のGNSSアンテナでLiDARの位置・姿勢を計測
- 3D LiDARのデータと融合して地形の3次元形状を復元
- 飛行時間：10-30分程度、復元時間：飛行時間と同程度





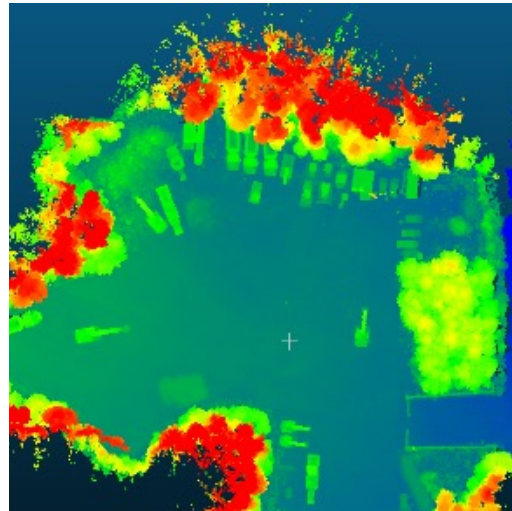
GNSSとLiDAR搭載ドローンによる高精度三次元計測(2/2)

[鈴木太郎 日本ロボット学会誌2019]

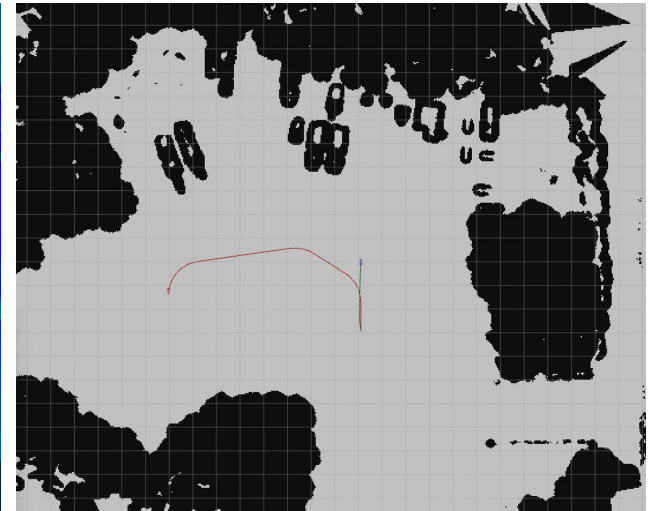
- ドローンで起伏のある三次元地形を10cm未満の精度で測位
- 自動運転に利用する地図（DEM、占有格子地図）を構築



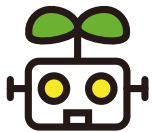
航空写真



Digital Elevation Map
(DEM)

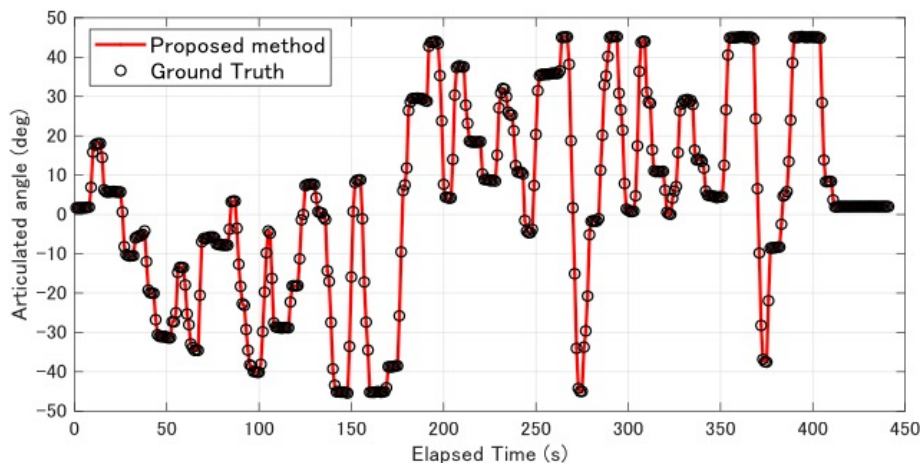
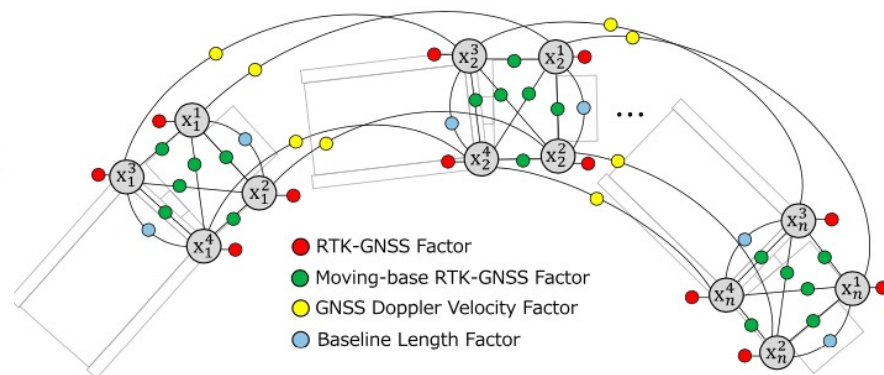
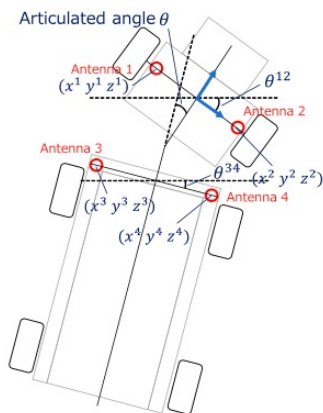


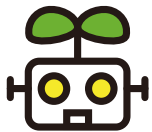
ロボット用の2D地図
(占有格子地図)



大型ダンプトラックの位置・姿勢の計測 [T. Suzuki AR2021]

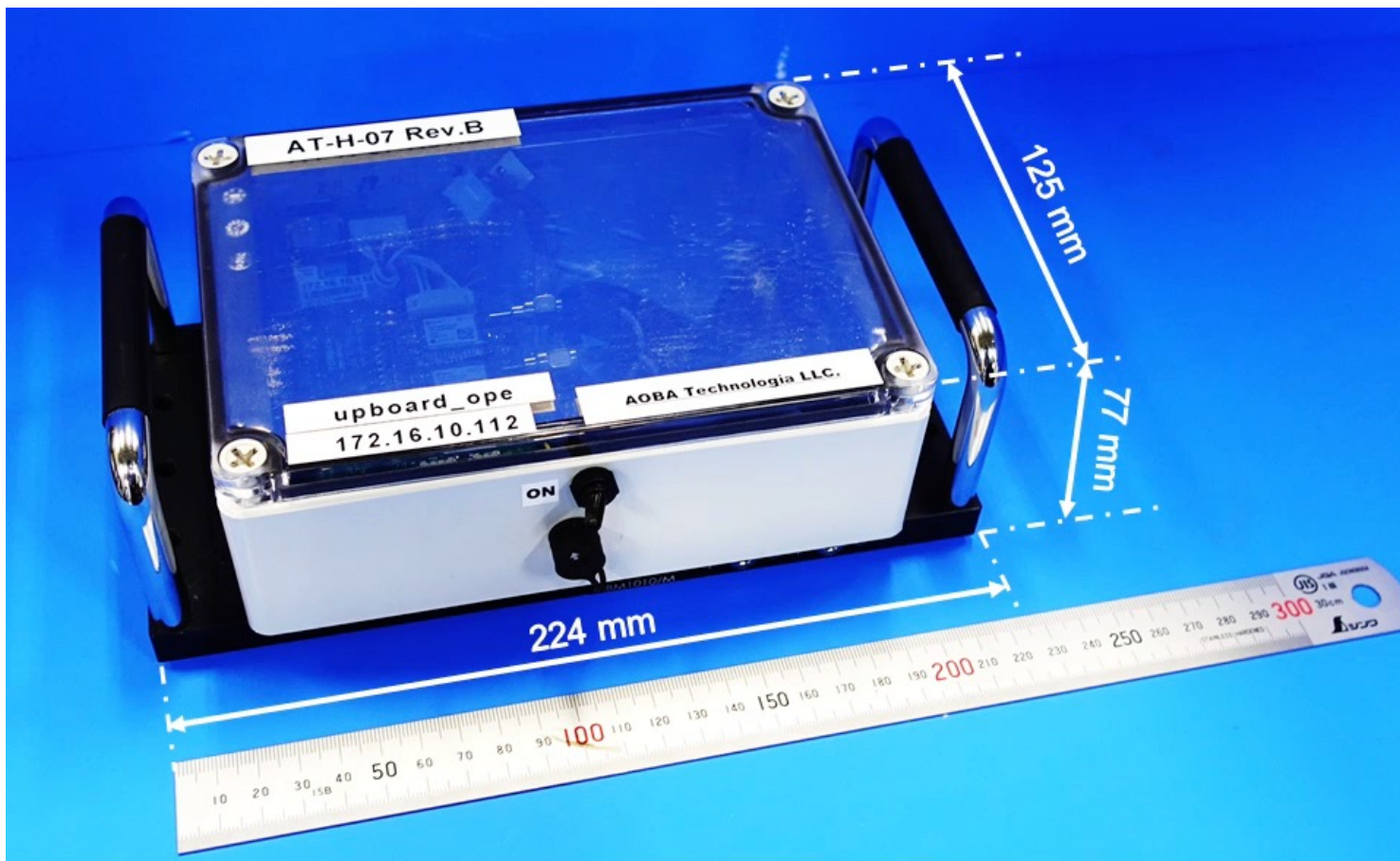
- 4つのGNSSを利用して位置・姿勢・速度・操舵角、荷台角の計測
- ドローンで計測した3次元地形を利用した可視衛星の選択
- 複数GNSSのデータをグラフ最適化で統合し頑健な推定を実現



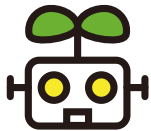


超強力磁石式後付けセンサボックス [K. Yamada SII2020]

- 建機に溶接など改造をせずに設置可能なセンサボックスを開発
- バックホウに設置して土砂積み込み動作の計測と可視化に成功



Attachable sensor box



Seminar on
Retrofit
Technologies
for Autonomous
Mobile Robot

後付センサボックスを利用した建機の動作計測

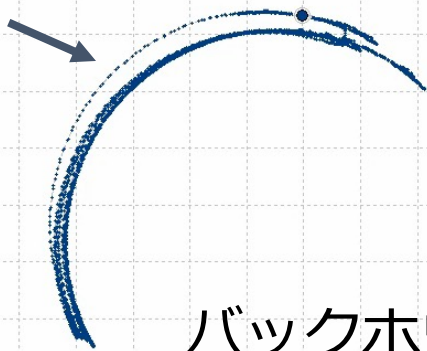


人が操縦するダンプトラック
(HM400) とバックホウ
(PC650) の土砂運搬を計測

www.BANDICAM.com

Loading

バックホウ
旋廻軌跡



バックホウ

拡大

1 m

www.BANDICAM.com

Unloading

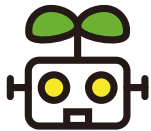
荷降位置

積込位置

ダンプトラック
の運搬経路

バックホウ ダンプトラック

5 m

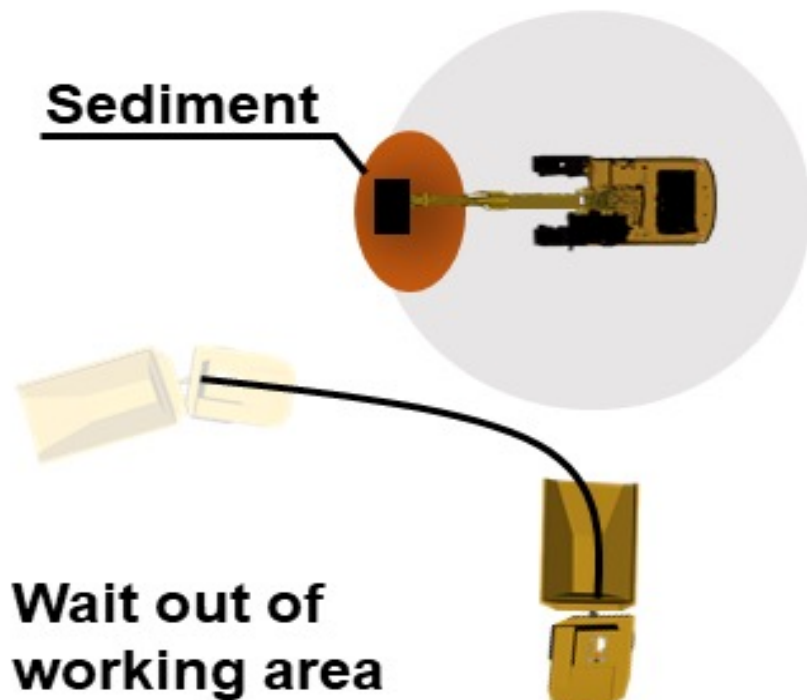


Seminar on
Retrofit
Technologies
for Autonomous
Mobile Robot

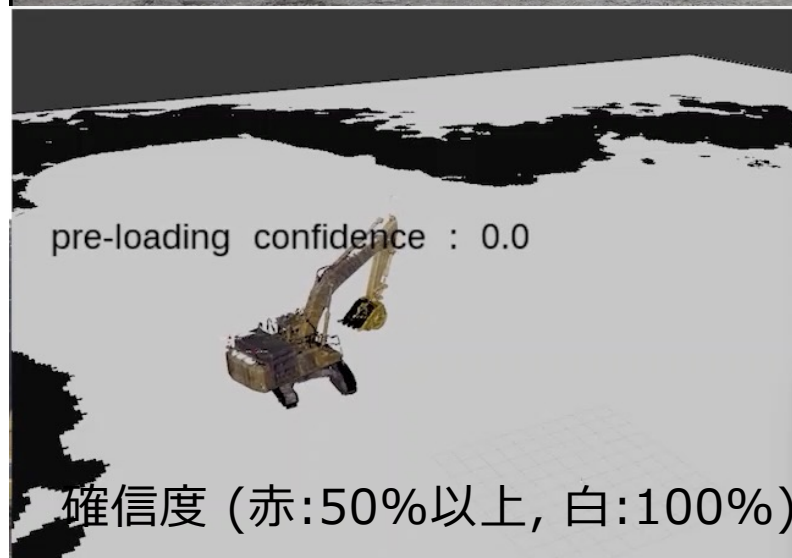
バックホウの動作から土砂積み込みを予測

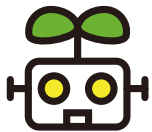
[K. Yamada IROS2020, AR2021]

- バックホウの積み込み準備がおわるまでダンプは待機
- 積み込み動作から土砂積み込みのタイミングを予測
- 遷移動作抽出の改良でモデル構築の時間を1/10に削減



積み込み準備が終わるまでダンプは待機





Seminar on
Retrofit
Technologies
for Autonomous
Mobile Robot

簡易後付運転ロボットシステム [T. Komatsu FSR2019]

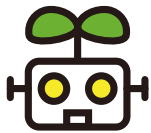
大型ダンプトラック用に、人が運転席に搭乗可能で遠隔/自動運転を切り換えられる簡易後付け運転ロボットを開発



人が運転席に搭乗可能な状態で後付できる運転ロボット

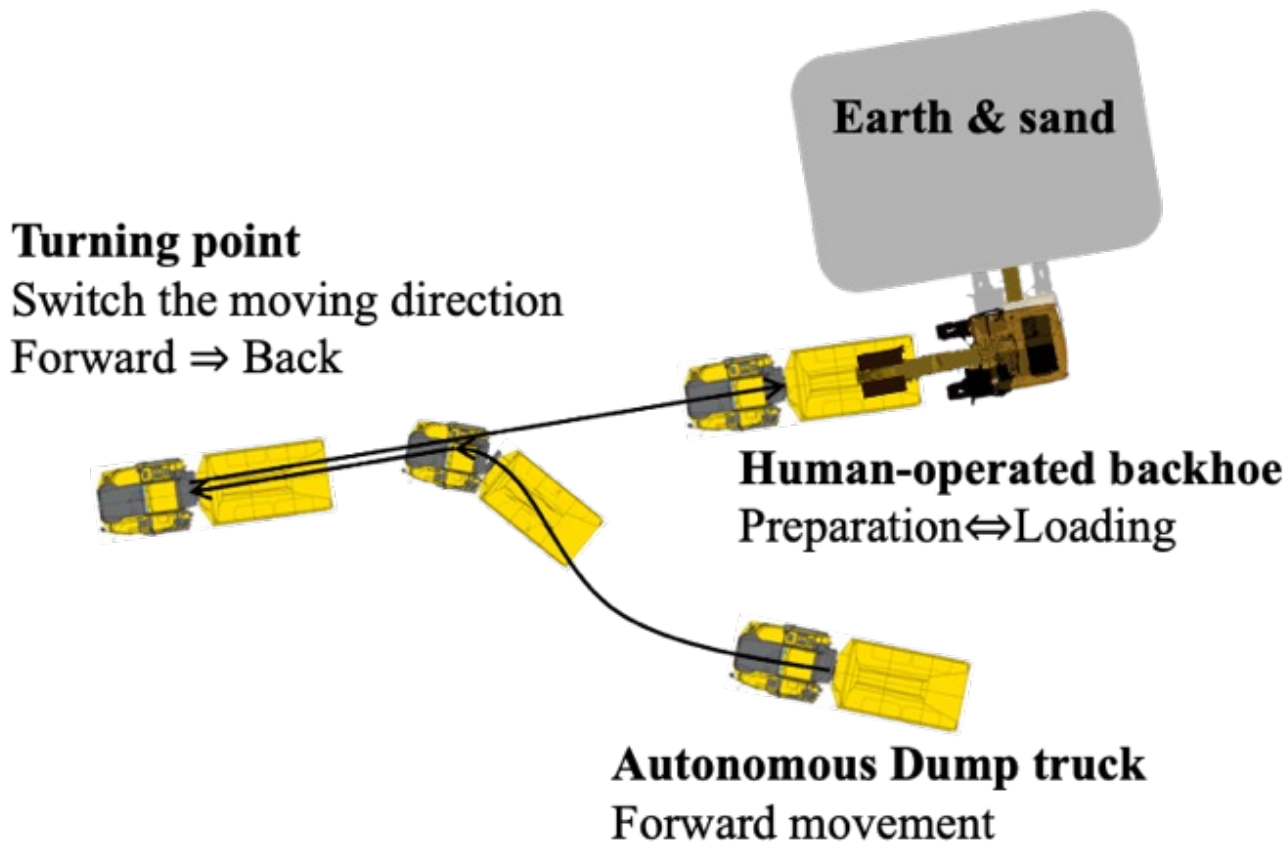


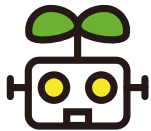
人が搭乗時に自動/手動運転が切り換え可能



切り返しを含む経路の自動運転(1/3)

土砂の積み込み・積み下ろし場所まで前進で移動し、切り返して、荷台をそれらの場所に向けて後進する経路が必要





切り返しを含む経路の自動運転(2/3)

[T. Akegawa ROBOMECH2020]

[T. Akegawa SII2022]

[T. Akegawa IROS2022]

土砂の積み込み・積み下ろし場所まで前進で移動し、切り返して、荷台をそれらの場所に向けて後進する経路計画を開発

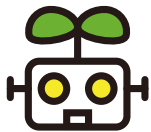
大型ダンプトラックの土砂運搬作業に適した経路計画法の確立

Establishment of Path Planning Method Suitable for Earthmoving Work of Large-scale Dump Trucks

明河哲^[1], 大野和則^{[1][2]}, 小島匠太郎^[1], 山田健斗^[1], 郷初瑠^[1], 鈴木太郎^[3], 桐林星河^[4], 小松智広^[5],
宮本直人^[1], 鈴木高宏^[1], 柴田幸則^[6], 浅野公隆^[7], 永谷圭司^[8], 田所諭^[1]

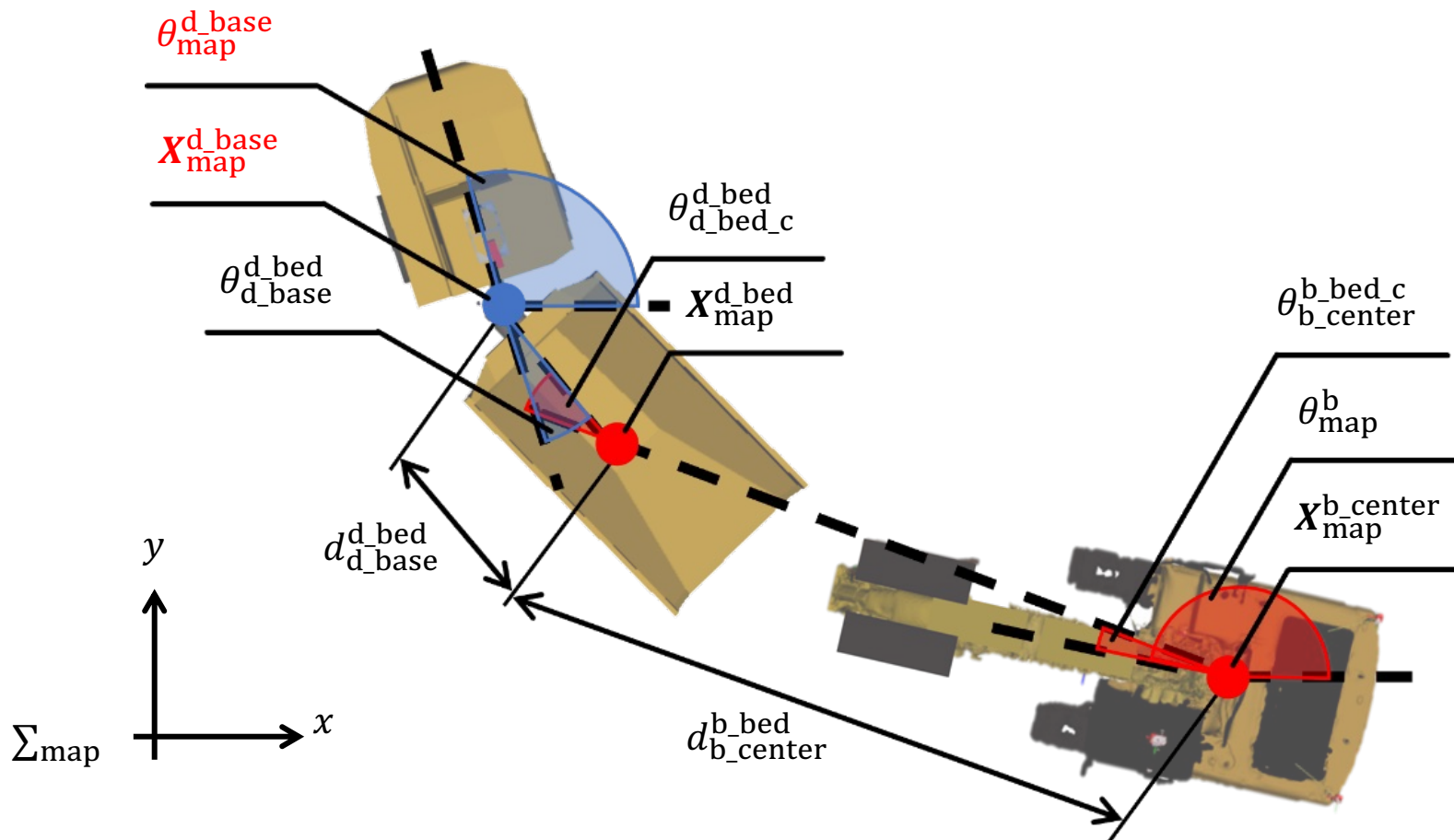
[1]東北大, [2]理研 AIP, [3]千葉工大, [4]SEQSENSE 株式会社, [5]コーワテック株式会社,
[6]株式会社 佐藤工務店, [7]三洋テクニクス株式会社, [8]東大

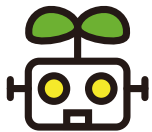




切り返しを含む経路の自動運転(3/3)

積み込み位置はバックホウの作業位置に応じて決まる。バックホウを基準に停車位置をデータに基づき算出する方法を開発





Seminar on
Retrofit
Technologies
for Autonomous
Mobile Robot

土砂の自動運搬の実証実験(1/2)

複数のソフトウェアを統合して土砂積み込み・運搬・積み下ろしを実現

Play speed x 3



横視点カメラ



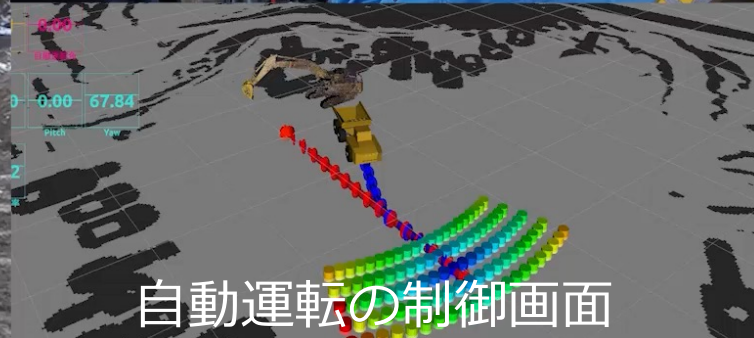
俯瞰視点カメラ



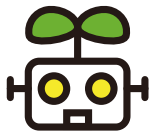
ダンプの運転席



バックホウの運転席



自動運転の制御画面

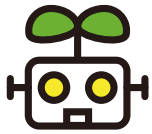


Seminar on
Retrofit
Technologies
for Autonomous
Mobile Robot

土砂の自動運搬の実証実験(2/2)

足場が悪く、周囲が狭い環境でも土砂積み込みや運搬を実現





リジッドフレーム式の重ダンプトラックの自動走行

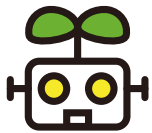
- リジッドフレーム式の重ダンプトラック用にレトロフィット技術（後付運転ロボット、センサ、制御ボックス、AI）を改良・搭載
- 安全と効率を両立する走行制御方法を新規開発
- 碎石現場内の曲がりくねった斜路で自動走行の実証実験を実施



狭隘な下り坂・上り坂



開けた平地から狭い上り坂に進入

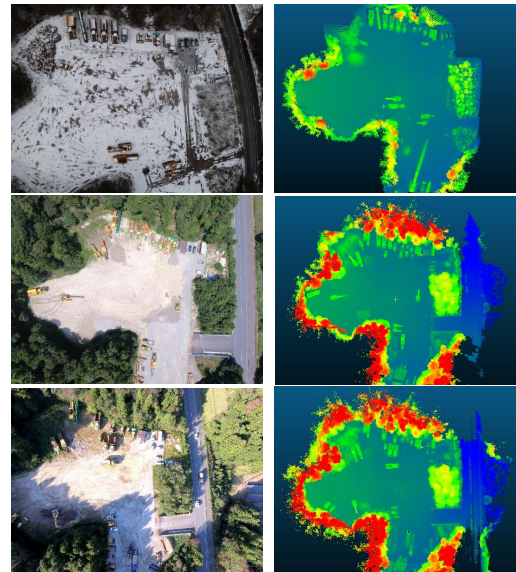
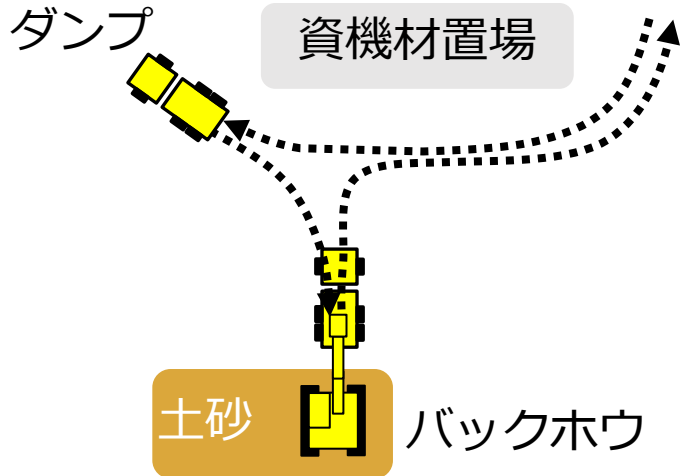


Seminar on
Retrofit
Technologies
for Autonomous
Mobile Robot

建設現場のセマンティクスの抽出

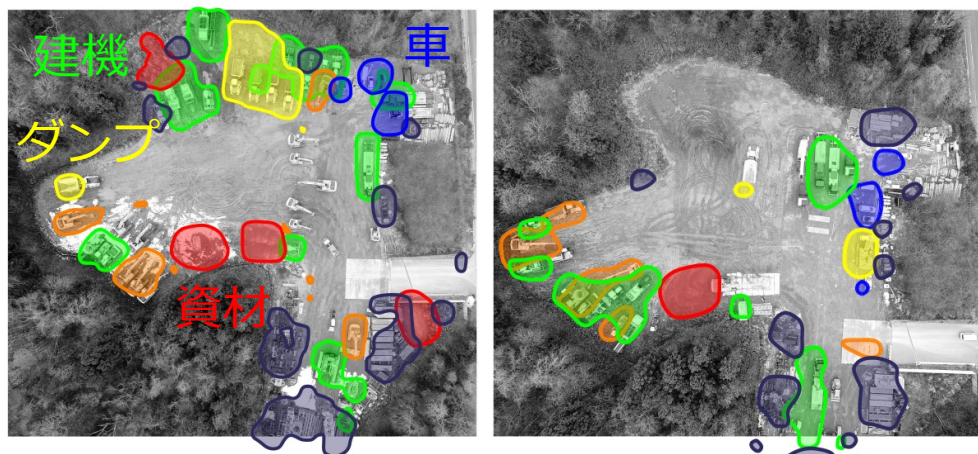
[Thomas RAL 2021]

現場のローカルルールに応じた大型ダンプの行動生成が可能

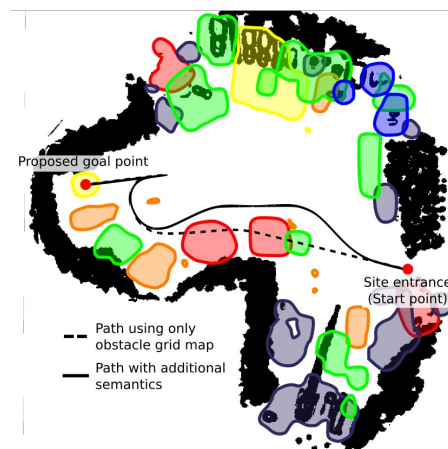


資機材置き場を避けて経路を生成

日々の地形の変化を解析



フィールドの使い方が時期で変化



大型ダンプの停車場所への経路



実用化・事業化：現場運用イメージ

事前準備作業



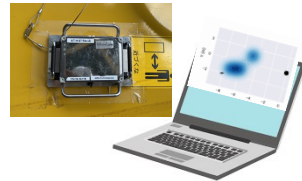
UAVによる計測



3D地図生成



ダンプトラックへの架装 (SAM/GNSS/LiDAR)



バックホウへの動作計測
簡易センサ取付、動作データ取得

バックホウ運転行動予測
モデル生成



現場で混在する有人ダンプトラックへのセンサ



施工（日々の作業）



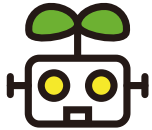
ダンプ 走行条件入力
(積込場、積降場、
他のダンプの情報等を入力)



走行経路自動生成
(Hybrid State A*)

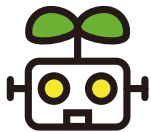


- バックホウの積込場所付近で停車位置算出、停車までの経路自動生成 (切り返し、バック走行)
- 土砂積込待機場所からの発車タイミングの予測動作 (人の判断に近づける)
- 現場の他のダンプ 走行軌跡を反映させたルート生成 (人の判断に近づける)



内容

- 自己紹介
- NEDO特別講座の概要
- レトロフィット技術を利用した大型ダンプトラックの土砂運搬の自動化の概要
- **ROSとは？**
- 来週までの宿題：実習環境のセットアップとROSの基礎知識の勉強



- ROSの日本語情報源

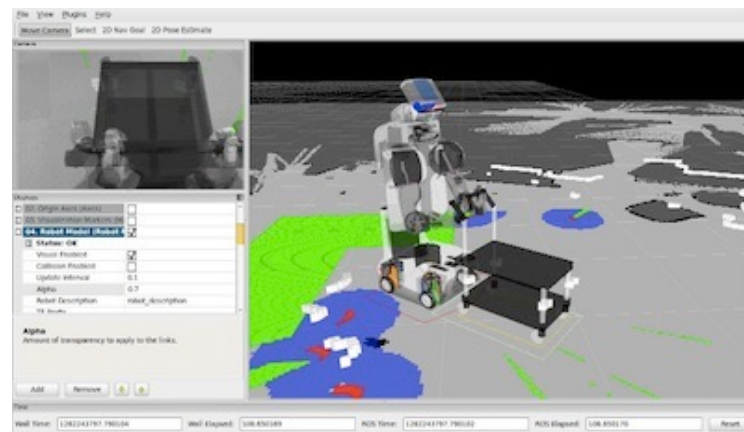
- <http://wiki.ros.org/ja>
- https://ja.wikipedia.org/wiki/Robot_Operating_System

- ROS:

- ロボット開発ととても相性が高い複数のプロセス間の通信を提供してくれるミドルウェア
- ROSでは1つのプロセスをノード、ノード間でやり取りするメッセージをトピックと呼ぶ
- ノード間のトピックのやり取りをサポートする便利なミドルウェア
- ROSには複数のDistributionが存在し異なる名前が付いている。
- ROSにはROS1とROS2が存在する。
- ROS 1 はUbuntuなどのLinuxで動作
- ROS2はUbuntu, macOS, Windowsなどで動作

- ROS周辺の便利な機能 :

- ノードやトピックを可視化 : rqt
- 3次元可視化ツール : Rviz
- 3次元動力学シミュレータ : Gazebo
- マニピュレータ制御 : MoveIt!
- ロボットモデルやセンサドライバなど



Rvizの一例



ROSの開発の歴史



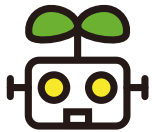
- スタンフォード大学の人工知能研究所のSTAIR (Standard AI Robot) プロジェクトがROSの起源となるSwitchyardを開発
- 米国Willow Garageがそれを引き継いでROSを開発
- Willow Garageが2012年にOSRF (Open Source Robotics Foundation) を設立し、2013年にROSの開発とメンテナンスを移管
- 2010-2018年 ROS1のディストリビューションが複数リリース
 - 最終版 : Melodic Morenia May 23rd, 2018
 - 2回目の実習ではROSのkineticを利用します。

ディストリビューション名	リリース日	サポート終了日
Melodic Morenia	2018年05月23日	2023年05月30日
Lunar Loggerhead	2017年05月23日	2019年05月30日
Kinetic Kame	2016年05月23日	2021年05月30日
Jade Turtle	2015年05月23日	2017年05月30日
Indigo Igloo	2014年07月22日	2019年04月30日
Hydro Medusa	2013年09月04日	2014年05月31日
Groovy Galapagos	2012年12月31日	2014年07月31日
Fuerte Turtle	2012年04月23日	--
Electric Emys	2011年08月30日	--
Diamondback	2011年03月02日	--
C Turtle	2010年08月02日	--
Box Turtle	2010年03月02日	--

■ 旧バージョン
 ■ 以前のバージョン、サポート中
 ■ 最新バージョン
 ■ 将来のリリース

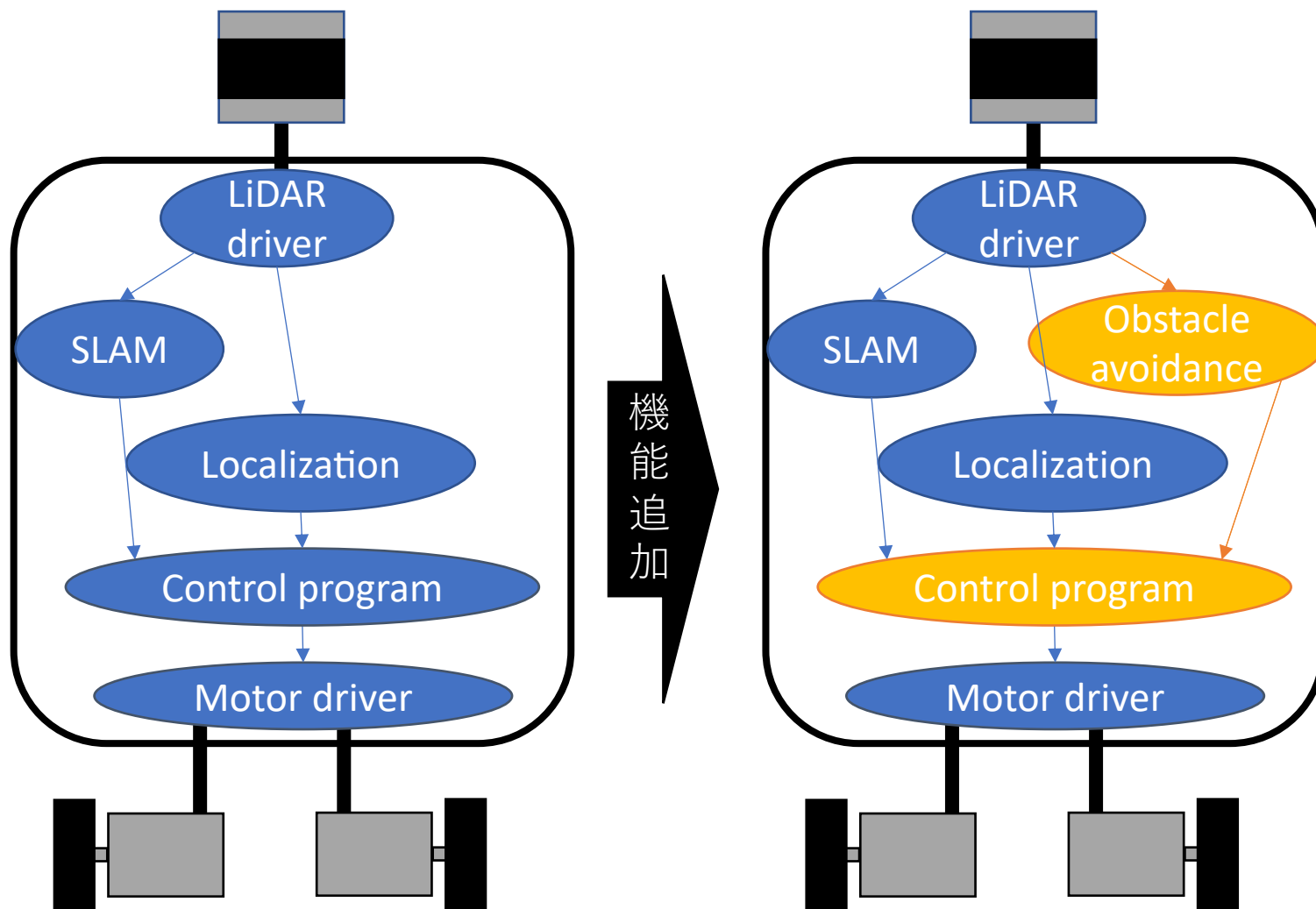


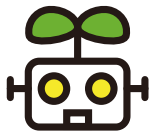
- 2018年以降、ROS2が正式にリリース
 - 最新 : Humble Hawksbill May 23rd, 2022



自律ロボット開発にROSをする利点

- ROSを利用すると、必要なノードとトピックのやり取りの追加と、最小限のノードの修正で新たな機能の追加が可能。

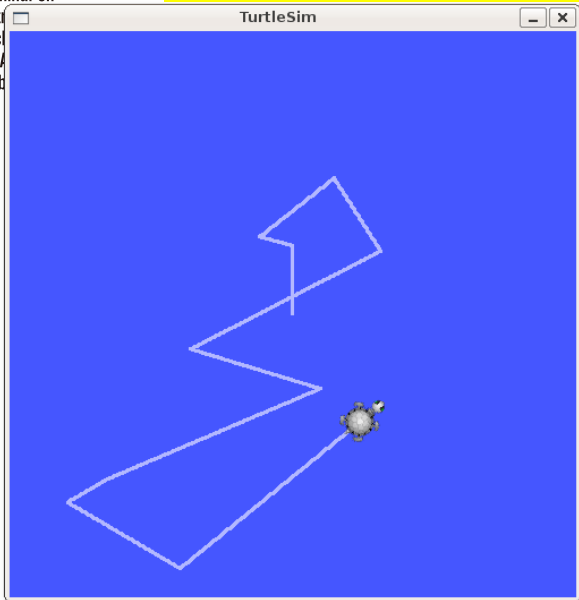




ROS 1 のノード起動

<http://wiki.ros.org/ja/ROS/Tutorials>
6. ROSTピックの理解

Seminar on
Retu
Tech
for A
Mot



Turtlesim起動画面

- ノードとトピックを管理するroscoreを起動
 - `$ roscore`
- その後、必要なプロセスを起動
 - `$ rosrun turtlesim turtlesim_node`
 - `$ rosrun turtlesim turtle_teleop_key`
- ノードとトピックの繋がりを可視化
 - `$ rosrun rqt_graph rqt_graph`

トピック

/teleop_turtle

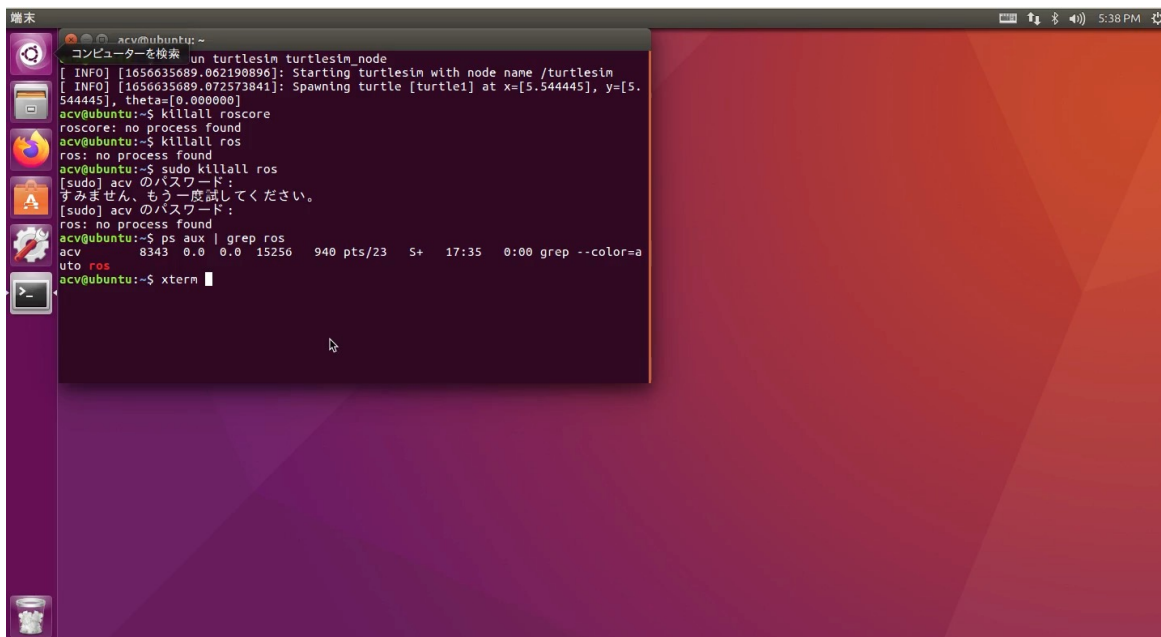
/turtle1/cmd_vel

/turtlesim

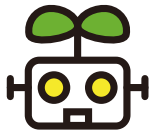
ノード

ノード

rqtグラフ

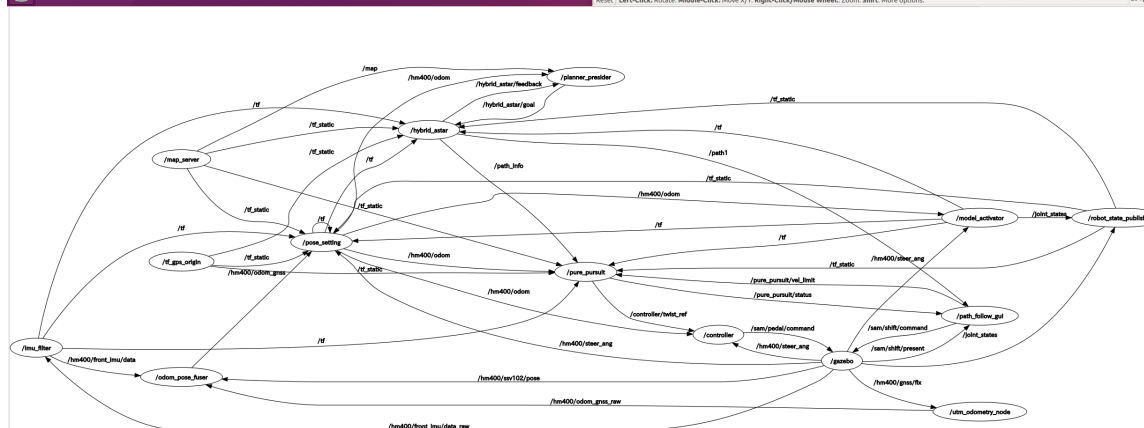
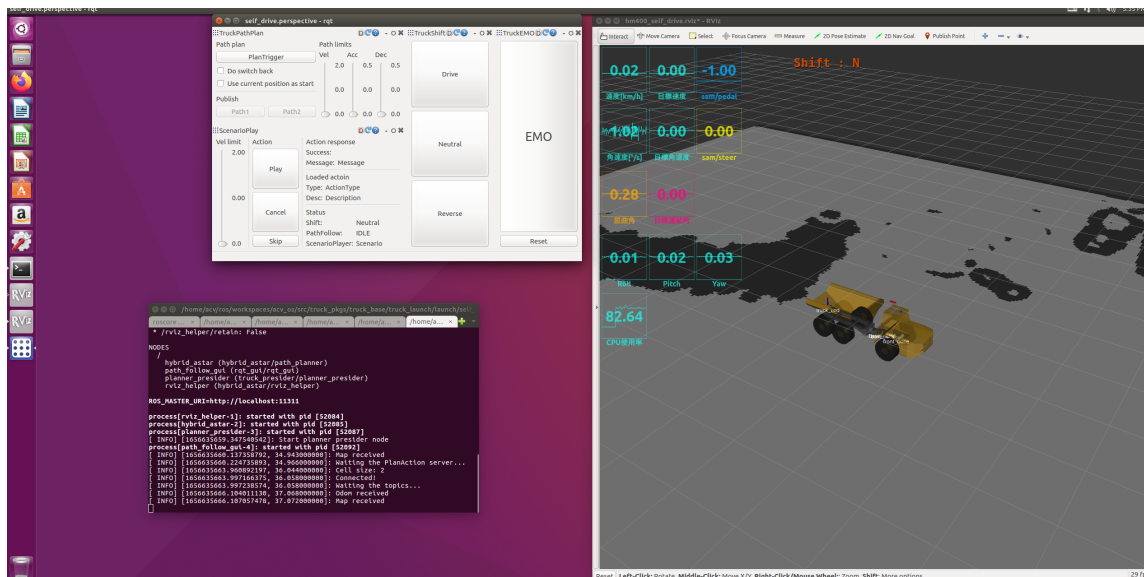


<https://www.dropbox.com/s/q38mqn6oku0ycky/ROSノード起動画面.mp4?dl=0>

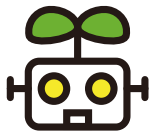


2回目の講義で利用する自動運転のrqtグラフ

- ノードとノート間のトピックの繋がりを可視化
- 膨大なノードとリンクの繋がりになるので最初は見ても分かりづらい・・・。

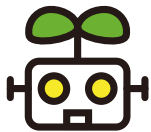


自動運転に関する
ノードのrqtグラフ
(Rvizに関するノード
を削除)



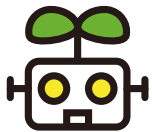
内容

- 自己紹介
- NEDO特別講座の概要
- レトロフィット技術を利用した大型ダンプトラックの土砂運搬の自動化の概要
- ROSとは？
- **次回までの宿題：実習環境のセットアップとROSの基礎知識の勉強**



全2回の講義日程（2回オンライン）

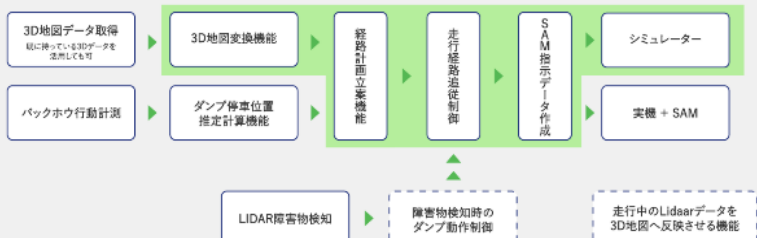
1. 2023年2月27日(月) 16:00～18:00 **大野和則**
後付運転ロボットやAIを利用した大型ダンプトラックの自動運転を題材に、自動化に必要な技術の概要を紹介
2. 2023年3月1日(水) 16:00～18:00 **小島匠太郎、川下彩夏 実習**
シミュレータを利用した大型ダンプトラックの自動運転の実習と智能化ソフトウェアやROS利用の理解の深化
3. 202*年**月**日(*) 午前中 宮城県大崎市フィールド オンサイト
三本木フィールドで実際のダンプトラックを利用した自動運転を見学
4. 202*年**月**日(*) 15:00～18:00 宮本直人、綿貫肇
GNSSやIMUを利用した移動体や人の動きの計測の仕組みの理解
後付運転ロボットSAMを利用した自動運転の理解
5. 202*年**月**日(*) 15:00～18:00 鈴木太郎、小島匠太郎
GNSSやLiDAR用いた3次元計測や位置推定の仕組みの理解
地図を利用した経路計画、経路追従制御、障害物回避の仕組みの理解
6. 202*年**月**日(*) 15:00～18:00 鈴木高宏
学んだことをベースに自分たちでやってみたいことを議論



他者との協業に向けたソフトの公開準備

- 本知能化ソフトを利用したい企業向けにマニュアルやソースコードを公開準備
- 守秘義務や共同研究の締結を前提とした協業先を募集中

統合ソフト領域 開発中 or 開発済 未開発 オープンソース化対象領域



公開範囲を決定

ソースコード詳細仕様書 (抜粋例)

```

@fileoverview
@file

@module
@title 3D地図データ取得
@description 3D地図データ取得に関するモジュール。3D地図データを取得し、3D地図に変換する。
@author
@license

```

```

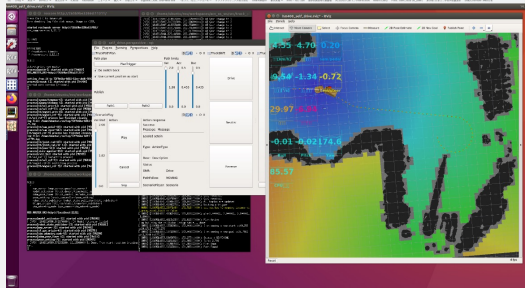
@fileoverview
@file
src ディレクトリリアレンス
src ディレクトリリアレンス
src ディレクトリリアレンス

```

```

@fileoverview
@file
@title 3D地図データ取得
@description 3D地図データ取得に関するモジュール。3D地図データを取得し、3D地図に変換する。
@author
@license

```



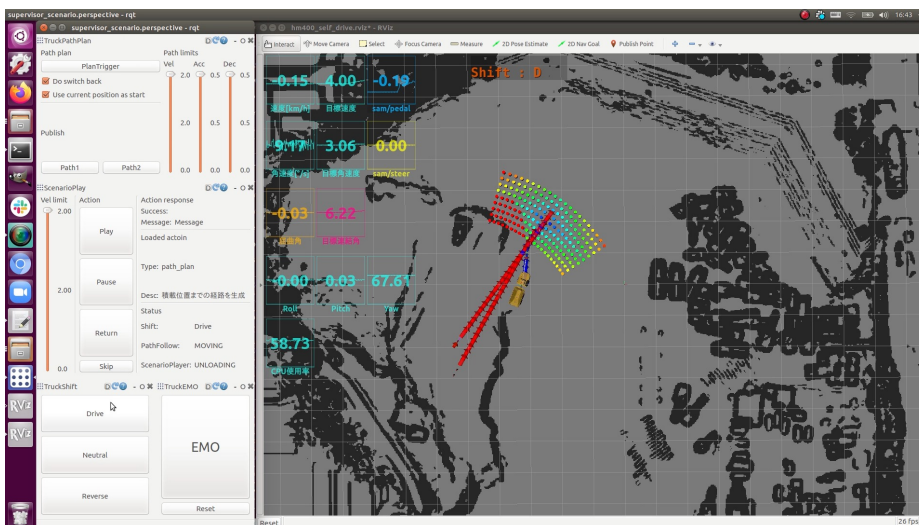
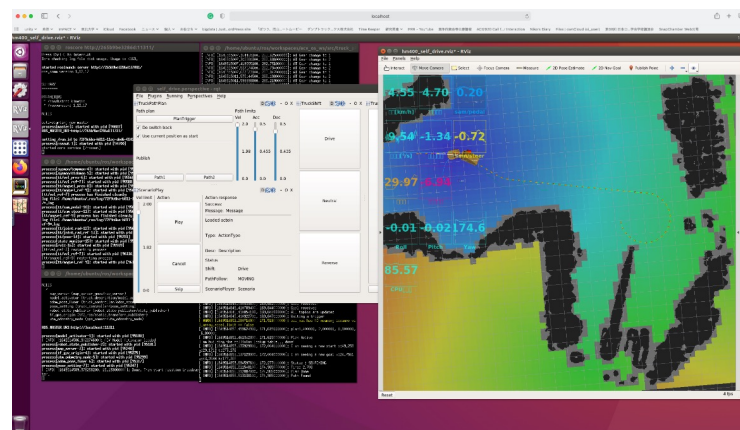
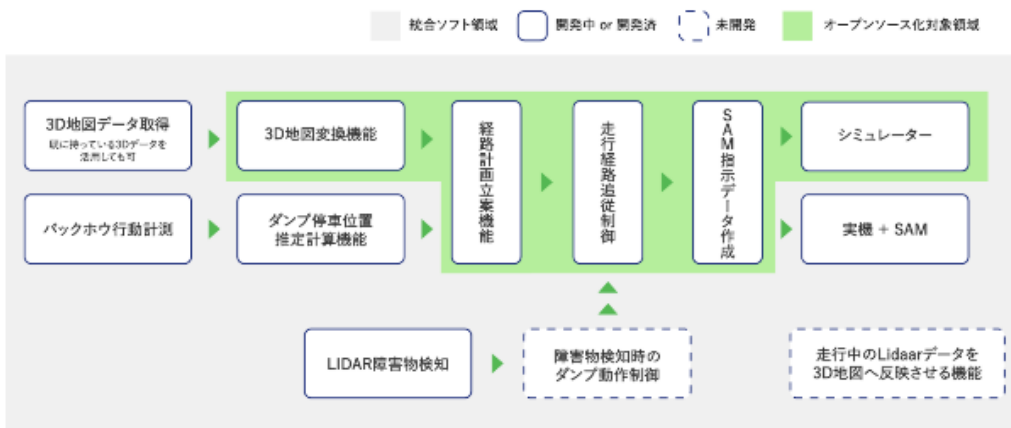
公開用レポジトリから構築したプログラムで実機走行 ('22/11/15)

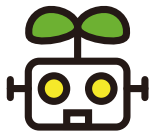


実習：シミュレータを利用した自動運転

- 公開用レポジトリのコードで大型ダンプトラックの自動運転のシミュレーション環境を仮想マシン上に構築し自動運転を体感※
- Windows PC, WMWare Player、開発環境イメージ

※下記の緑の部分の利用した自動運転開発を体験





来週までの宿題1

• 2回目の実習で利用する開発環境のインストール

- 下記のマニュアルを参考に、各自のWindows PC (OS:Win10以上推奨) 上にVMWare Playerと開発イメージをインストールして、シミュレーターが起動出来る事を確認してください。

- [ACVインストールマニュアル_VMWareイメージ_V0.2](#)

• ハードウェア要件

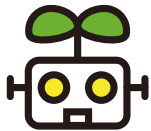
CPU	Intel Core プロセッサ搭載、第8世代 / Intel core i5 (2018) 以上を推奨。
メモリ	4 GB 必須、8GB 以上を推奨。
ディスク	125GB 以上を推奨。

- 演習で利用するJoypadを各自準備して下さい。 ※他Joypadだとキー配置が変わる！

- SONY DUALSHOCK 4

- <https://www.playstation.com/ja-jp/accessories/dualshock-4-wireless-controller/>





開発環境の起動までの流れ

VMware Workstation 16 Player (非営利目的の使用のみ)

Player(P) | ▶ | 🔍 | 🔄 | 🗑️



VMware Workstation 16 Player へようこそ



新規仮想マシンの作成(N)

新しい仮想マシンを作成し、ライブラリの先頭に追加します。



仮想マシンを開く(O)

既存の仮想マシンを開き、ライブラリの先頭に追加します。



VMware Workstation Pro にアップグレード(U)

スナップショット、仮想ネットワーク管理などの高度な機能を利用できるようになります。



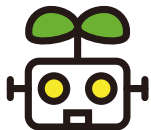
ヘルプ(E)

オンライン ヘルプを表示します。



この製品は、ライセンスが提供されたソフトウェア、管理目的以外の用途での使用を認めず、管理目的の用途でのみ使用することを認めます。ライセンスを購入して提供、企業に購入せず。

<https://www.dropbox.com/s/trw266uip7s9mvr/VMWarePlayer起動画面.mp4?dl=0>



来週までの宿題2

- 実習に必要な基礎知識の勉強
 - ROSの基礎知識（ROSのkineticを利用）
 - <http://wiki.ros.org/ja/ROS/Tutorials>
 - 2. ファイルシステムを学ぶ
 - 5. ROSのノードを理解する
 - 6. ROSのトピックを理解する
 - Ubuntuの基礎知識（16.04 LTS 64bitを利用）
 - VMWare Playerの使い方