

ROS

ROS (Robot Operating System) を使った ロボットプログラミング

東北大学
(6/1より(株)SEQSENSE 兼 明治大学)

渡辺 敦志



<http://openspur.org/~atsushi.w/>
atsushi.w@ieee.org

2 ROSとは？

ROS (Robot Operating System)はソフトウェア開発者のロボット・アプリケーション作成を支援するライブラリとツールを提供しています。具体的には、ハードウェア抽象化、デバイスドライバ、ライブラリ、視覚化ツール、メッセージ通信、パッケージ管理などが提供されています。ROSはオープンソースの一つ、BSDライセンスにより、ライセンス化されています。

引用: <http://wiki.ros.org/ja>

ロボット開発を楽にするための枠組み

ROS Ecosystem

プロセス間通信ライブラリ

標準のデータ型定義

メッセージ通信

パラメータサーバ

サービスコール ...

パッケージ管理

依存関係解決

WS管理 ...

ツール群

可視化

ログ記録/再生

シミュレータ ...

ROS コミュニティ

ユーザーフォーラム
Wikiオープンソース
パッケージ群

デバイスのドライバ

機能モジュール

機能フレームワーク

※ 公式とユーザコミュニティの境界が本当は曖昧な点に注意

ROS Ecosystem

プロセス間通信ライブラリ

標準のデータ型定義

メッセージ通信

ソフトウェアを
モジュール化しやすくする
(マルチプロセス構成)

依存関係解決

WS管理

...

ツール群

可視化

ログ記録/再生

シミュレータ

...

ROS コミュニティ

ユーザーフォーラム
Wiki

オープンソース
パッケージ群

デバイスのドライバ

機能モジュール

機能フレームワーク

ROS Ecosystem

プロセス間通信ライブラリ

標準のデータ型定義

メッセージ通信

パラメータサーバ

既存のソフトウェアを使って
実装の手間を省ける

パッケージ管理

依存関係解決

WS管理

...

ツール群

可視化

ログ記録/再生

シミュレータ

...

ROS コミュニティ

ユーザーフォーラム
Wikiオープンソース
パッケージ群

デバイスのドライバ

機能モジュール

機能フレームワーク

より正確な情報は <http://www.ros.org/> から

ROS

[About](#)
[Why ROS?](#)
[Getting Started](#)
[Get Involved](#)
[Blog](#)

What is ROS?

[Read More](#)


ROS

Kinetic Kame

Kinetic Kame is the 10th official ROS release. It is supported on Ubuntu Wily and Xenial. Get Kinetic Kame now!

ROS Spotlight: ROS Lunar
Loggerhead Tshirts
Available!



Wiki

Find tutorials and learn more



ROS Answers

Ask questions. Get answers



Blog

Get the latest news



Forums

7 ROSで動かせるロボットの例

ROS.org

[About](#) | [Support](#) | [Discussion Forum](#) | [Service Status](#) | [Q&A](#)
[answers.ros.org](#)

Search:

[Documentation](#) [Browse Software](#) [News](#) [Download](#)

nao

Aldebaran Nao

Nao is a commercially available humanoid robot built by [Aldebaran](#). The ROS driver was originally developed by Freiburg's [Humanoid Robots Lab](#) and [Armin Hornung](#). It essentially wraps the needed parts of Aldebaran's NaoQi API (versions 1.14 and 2.1) and makes it available in ROS. It also provides a complete robot model (URDF).

[Robots using ROS: Aldebaran Nao](#)

[Robots using ROS: Uni Freiburg's "Osiris" Nao](#)



目次

1. Aldebaran Nao
 1. Community
 2. Tutorials
 3. Library Overview
 1. Basic Configuration
 2. Hardware Drivers and Simulation
 3. High-Level Capabilities
 4. Simulation

1. Community

There is an official SIG for NaoQi and [Aldebaran's robots](#) at <https://groups.google.com/forum/?fromgroups#forum/ros-sig-aldebaran>. Please subscribe to it to get the latest news !

2. Tutorials

A complete list of tutorials can be found under [tutorials](#). This includes the installation, startup and further advanced instructions how to connect ROS with your NAO.

- Start all robot nodes: [nao_bringup](#)
- See [getting started](#) for a walk-through guide to installing ROS, NAOqi, and rviz (may be outdated by now).

3. Library Overview

The core functionality is implemented in the [nao_robot](#) stack (can be installed on the robot or on a remote PC), extended with further functionality in [nao_extras](#) (should be installed on a remote PC).

```
sudo apt-get install ros-.*-nao-robot
sudo apt-get install ros-.*-nao-extras
```

For an outline of the libraries included, please see the tables below.

3.1 Basic Configuration

ROS.org

[About](#) | [Support](#) | [Discussion Forum](#) | [Service Status](#) | [Q&A](#)
[answers.ros.org](#)

Search:

[Documentation](#) [Browse Software](#) [News](#) [Download](#)

Robots/ PR2

PR2

ROS Software Maintainer: [Clearpath Robotics](#)

The PR2 is a mobile manipulation platform built by Willow Garage. The PR2 software system is written entirely in ROS. As such, all PR2 capabilities are available via ROS interfaces.

If you are using a PR2, we recommend starting with the [PR2 User Manual](#). The information below is provided for those wishing to use the PR2 software system as a model for other robots.



Wiki

[Distributions](#)
[ROS/Installation](#)
[ROS/Tutorials](#)
[RecentChanges](#)
[Robots/PR2](#)

ページ

[編集不可のページ](#)
[情報](#)
[添付ファイル](#)
[その他のアクション:](#)

ユーザ

[ログイン](#)

目次

1. PR2
 1. Installation
 2. Running
 3. Tutorials
 4. Clearpath Robotics Support
 5. Library Overview
 1. Basic Configuration
 2. Hardware Drivers and Simulation
 3. High-Level Capabilities
 4. Sensor Drivers
 5. Customizing
 6. Related Repositories

1. Installation

- [ROS Indigo Release \(recommended\)](#)
- [ROS Hydro Release](#)
- [ROS Groovy Release](#)
- [ROS fuerte Release](#)
- [ROS Electric Release](#)
- [ROS Diamondback Release](#)
- [ROS C Turtle Release](#)
- [ROS Unstable Release](#)

2. Running

Please see [pr2_bringup](#).

3. Tutorials

Please see the official [PR2 tutorials](#).

4. Clearpath Robotics Support

Please see the official [PR2 tutorials](#).

4. Clearpath Robotics Support

歩行ロボット・移動ロボットとも
多くの利用例

Humanoid Robot Localization in Complex Indoor Environments

Armin Hornung - Kai M. Wurm - Maren Bennewitz

Humanoid Robots Laboratory, University of Freiburg



Localization of a laser-equipped Nao Humanoid
in complex indoor environments

<https://www.youtube.com/watch?v=uili2rSKWAU>

Navigation in Three-Dimensional Cluttered Environments for Mobile Manipulation

Armin Hornung, Michael Phillips, Gil E. Jones,
Maren Bennewitz, Maxim Likhachev, Sachin Chitta



3D Navigation with the PR2 robot

<https://www.youtube.com/watch?v=dblCGZzeUqs>

9 よく使われている機能フレームワーク

Moveit!

- マニピュレーション、多関節制御



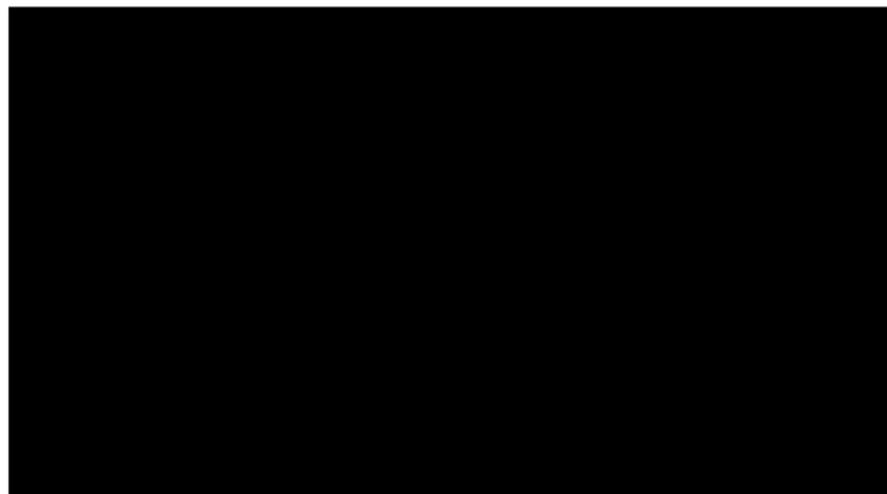
MONTAGE 2013

MoveIt! Montage 2013

<https://www.youtube.com/watch?v=dblCGZzeUqs>

move_base

- 自律移動



ROS Navigation

<https://www.youtube.com/watch?v=qziUJcUDfBc>

**機能のプラグインを組み合わせ
多彩な制御を簡単に実装**

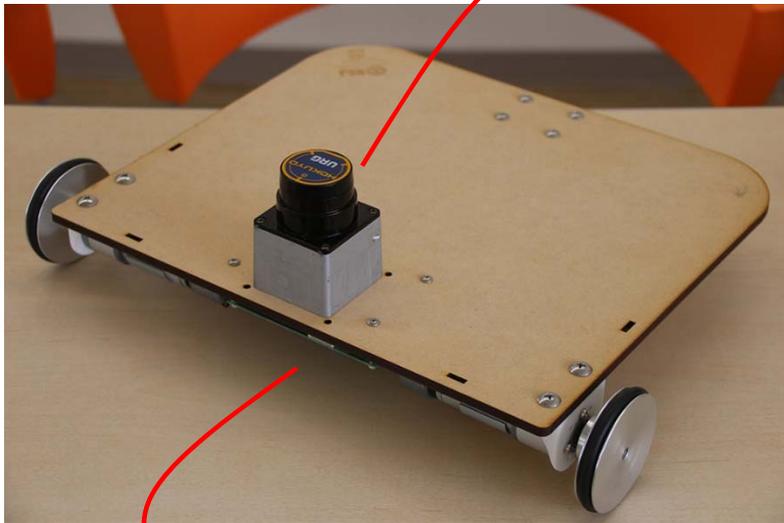
- ROSについて
- ROSを使った移動ロボットの走行 (実機デモ)
- ROSを用いたロボットシステム開発の例
- ROS Moveit!を使った実習型セミナーの紹介 (日本ロボット学会)

ドライバノード

- 搭載デバイスのROSドライバはオープンソースで利用可能

北陽電機 URG-04LX

`hokuyo_node`



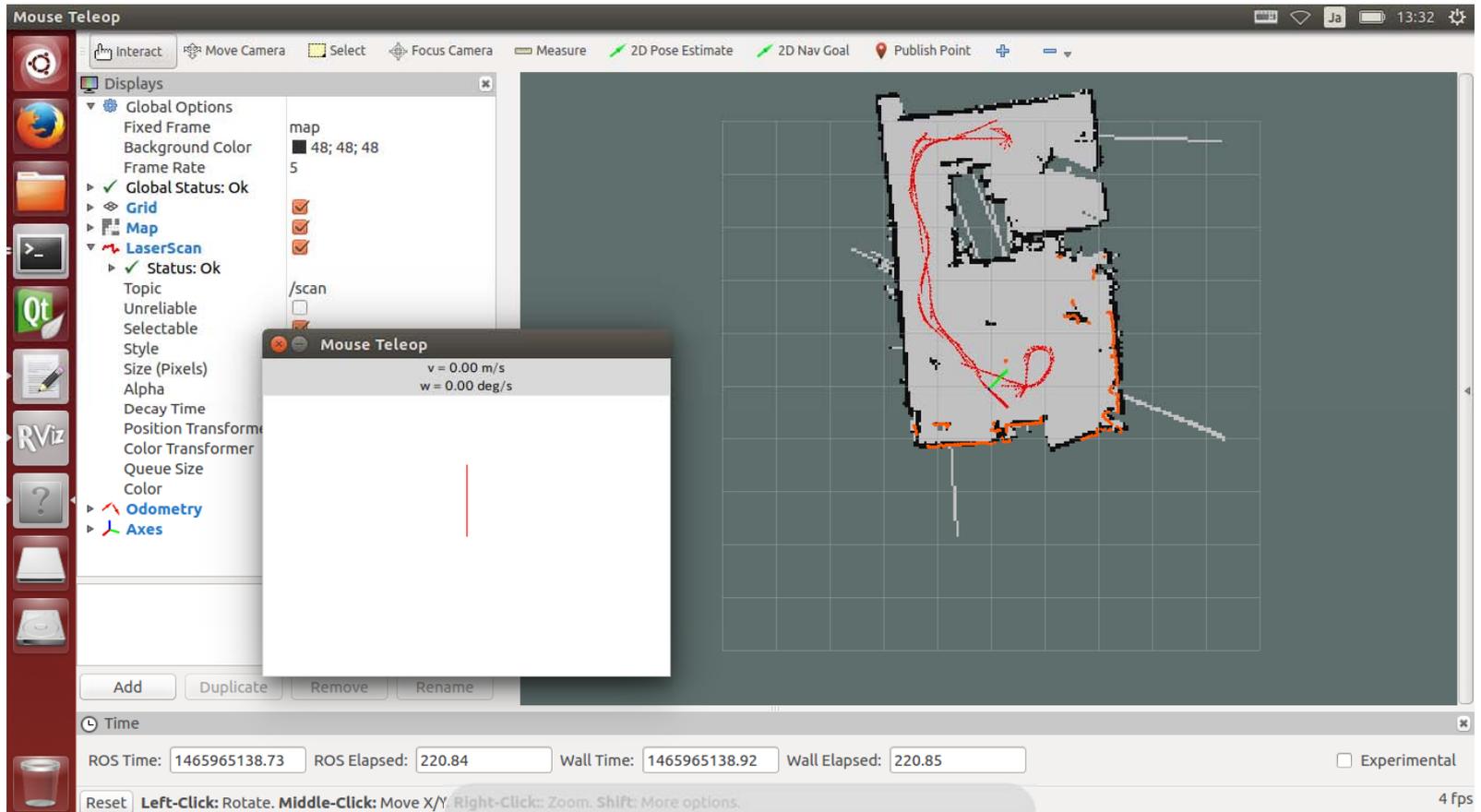
T-frogプロジェクト TF-2MD3-R6

`ypspur_ros`

実機デモ センサデータ表示、走行指令

ジョイパッドでの操作と地図生成

- joy, slam_gmapping パッケージを利用
 - ロボット走行用の地図を作成



実機デモ

ROS Ecosystem

プロセス間通信ライブラリ

標準のデータ型定義

メッセージ通信

パラメータサーバ

簡単なことなら、既存の
パッケージでできる!

パッケージ管理

依存関係解決

WS管理 ...

ツール群

可視化

ログ記録/再生

シミュレータ ...

ROS コミュニティ

ユーザーフォーラム
Wikiオープンソース
パッケージ群

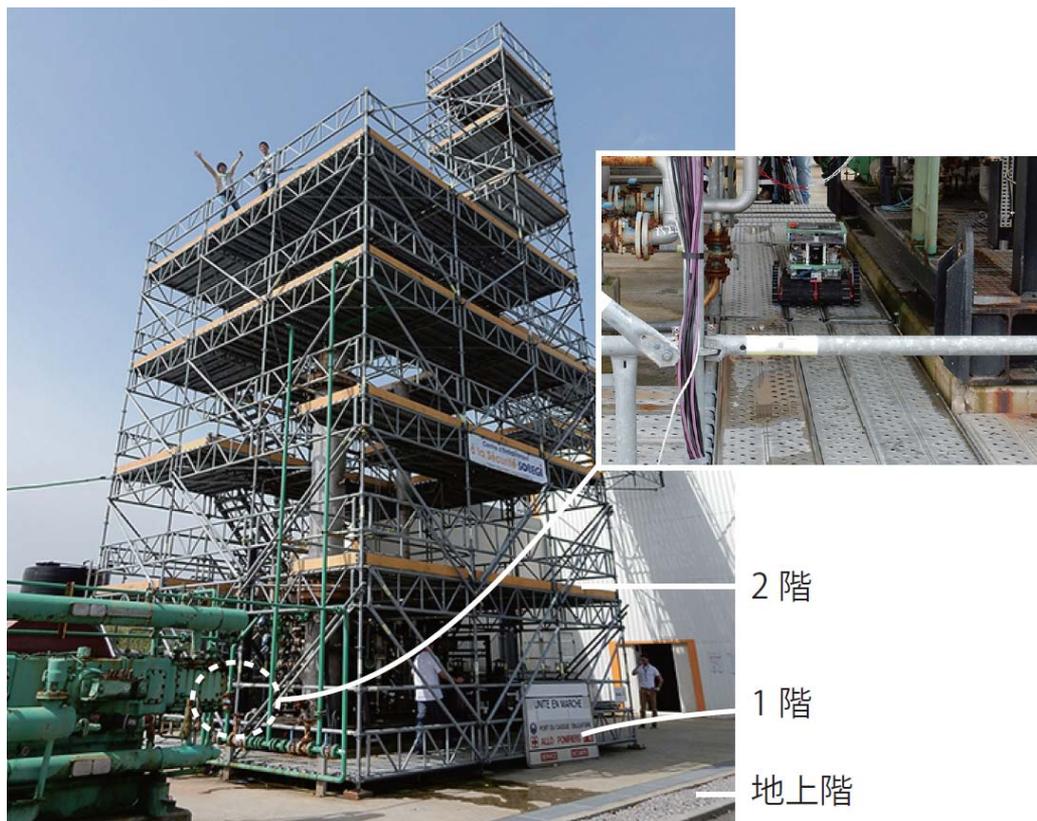
デバイスのドライバ

機能モジュール

機能フレームワーク

- ROSについて
- ROSを使った移動ロボットの走行 (実機デモ)
- ROSを用いたロボットシステム開発の例
- ROS Moveit!を使った実習型セミナーの紹介 (日本ロボット学会)

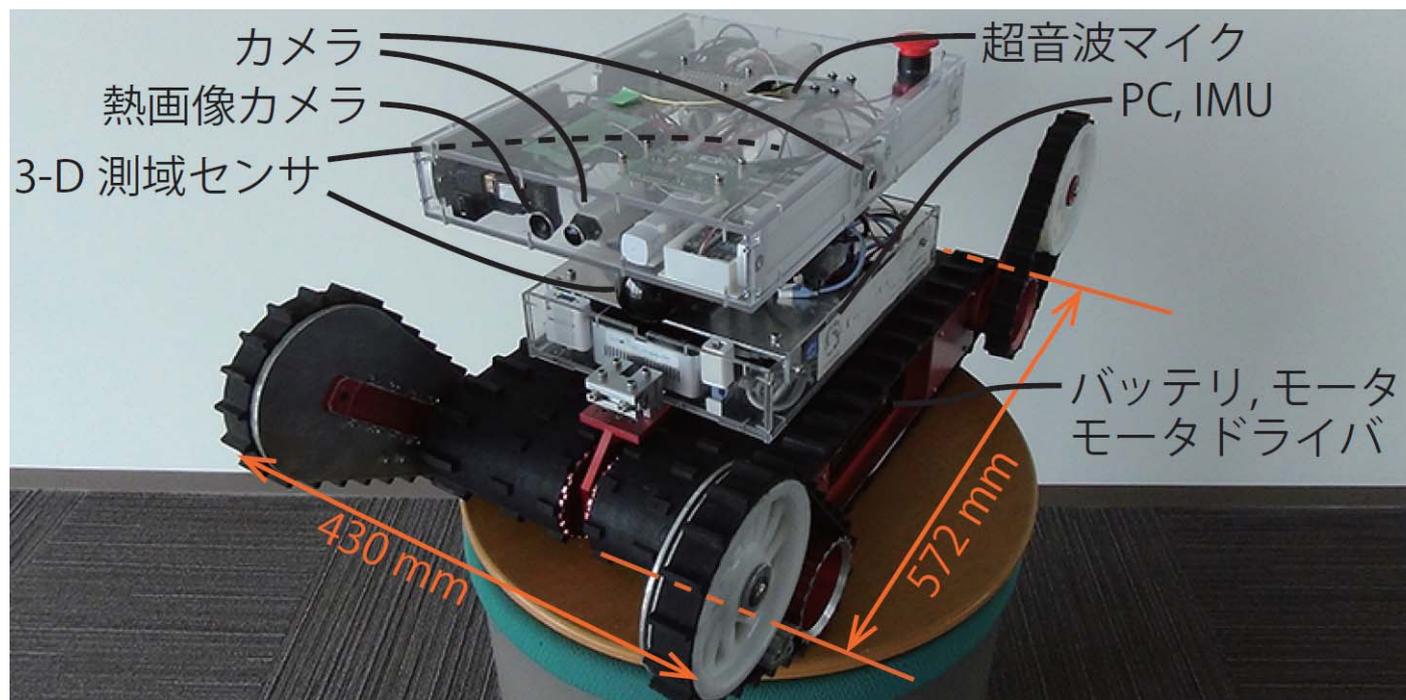
ROSを使ったロボットシステム開発の例



- プラント点検ロボットのコンペに参加 (2015-17)
 - 模擬プラント内を自律的に移動して計器類を計測

実際にやってみると、既存パッケージでは不十分

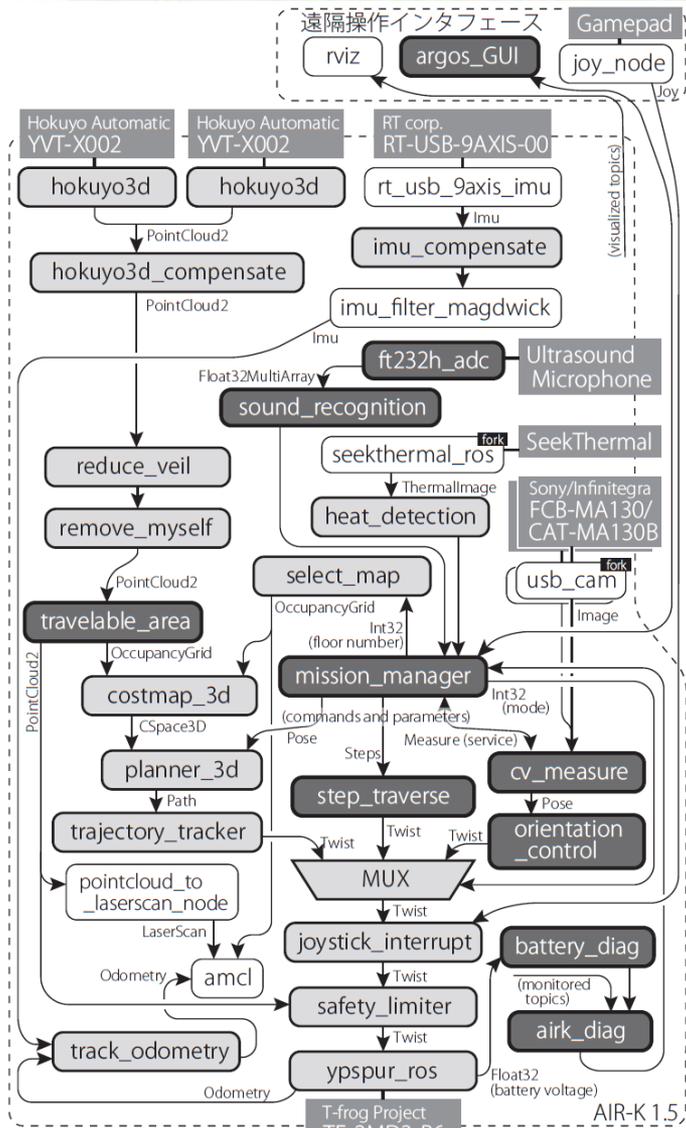
18 開発したシステムの概要 (ハードウェア)



- クローラ型移動ロボット (6自由度)
- 計測・制御のための各種センサ

センサドライバは
ほとんど既存のパッケージを利用可能 (?)

開発したシステムの概要 (ソフトウェア)



**実際に開発を進めると
既存パッケージの修正も必要に**
(ロバスト性を高めようと思うと
多くの部分を自作することに)

**機能毎のモジュール化により
開発の分担が容易に**
(実際は自律制御部分はほとんど渡辺が開発し
階段昇降・画像処理の部分を分担)

(詳細は今月号の日本ロボット学会誌で!)

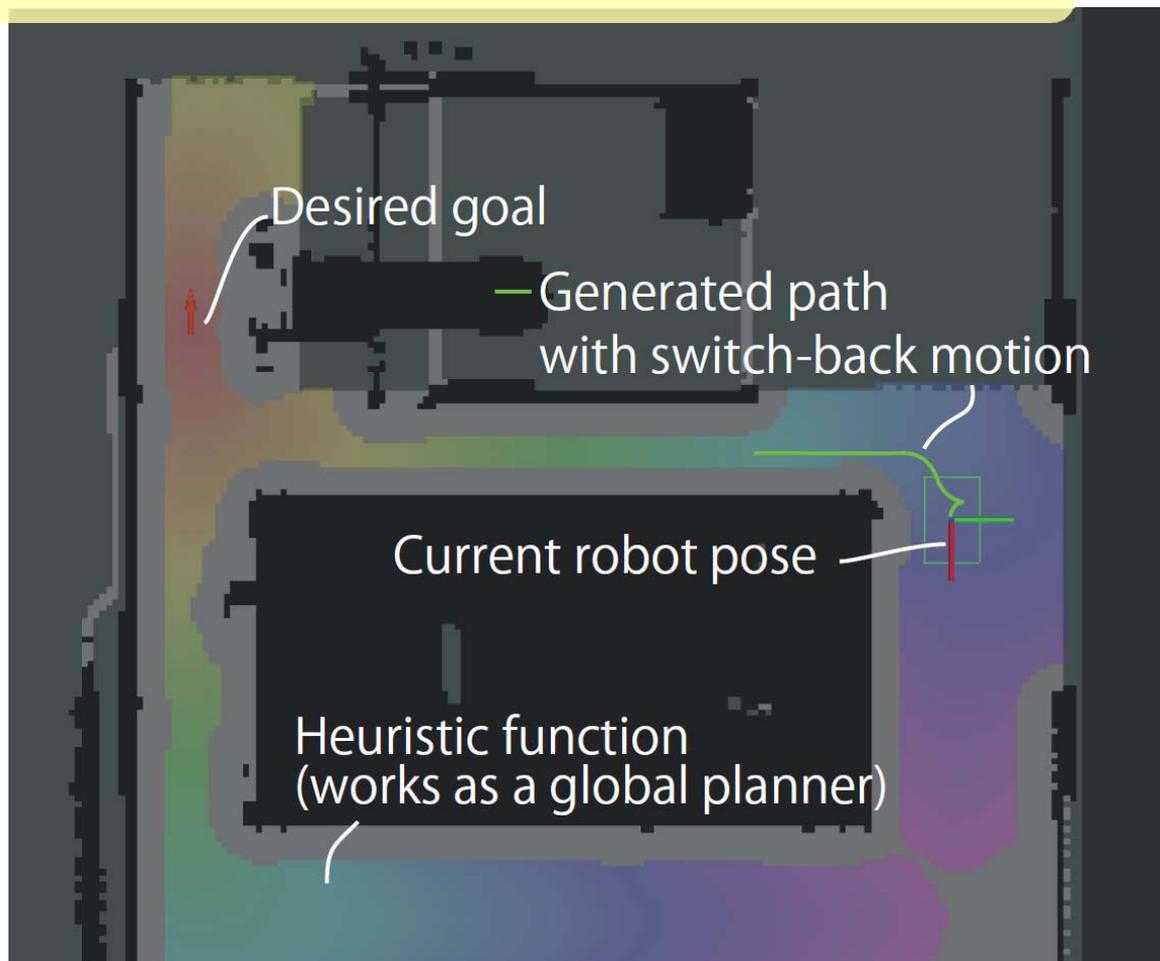
常に大域的に経路を計画、近距離は詳細に

• Grid-based A*
アルゴリズム

- ゴールからの距離
をヒューリスティック関数に使用

計測に応じて必要な範囲のみ更新

- 3-DOF (x, y, yaw)
(切り返しを含め
計算可能)

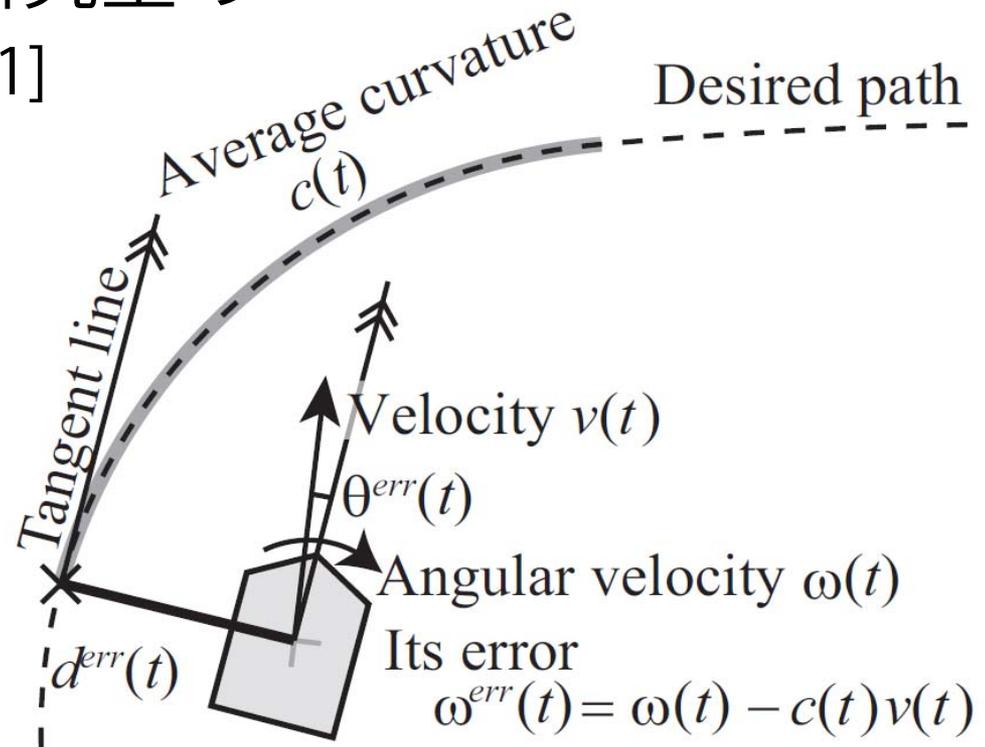


5 Hz 程度で大域的な経路計画を更新可能

- 筑波大 知能ロボット研究室の
制御方式を拡張 [Iida, '91]

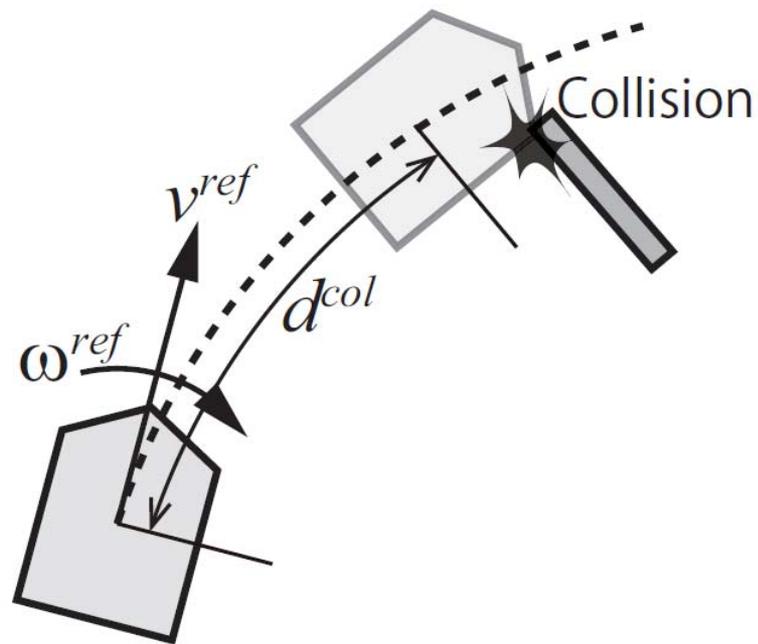
- 線形フィードバック

$$\begin{aligned}\dot{\omega}^{ref}(t + \Delta t) = & -k_d d^{err}(t + t^f) \\ & -k_\theta \theta^{err}(t + t^f) \\ & -k_\omega \omega^{err}(t + t^f)\end{aligned}$$



計画した経路に、なめらかに追従

- 動作予測による速度制限
 - ぶつかりそうなときは、ぶつかる前に止まれるように速度を制御



**応答性高く
障害物への衝突を抑制**

これらのROSパッケージはGitHubで公開中
<https://github.com/at-wat/neonavigation/>

模擬石油プラントでのフィールド試験

- ARGOS challenge 2nd competition (2016/4) at Lacq France
- 与えられたミッション
 - ナビゲーション
 - ▶ 地上階から2階までのフロア内を自律移動
 - 計測
 - ▶ バルブ、圧力計、温度などを自律的に計測



Second floor

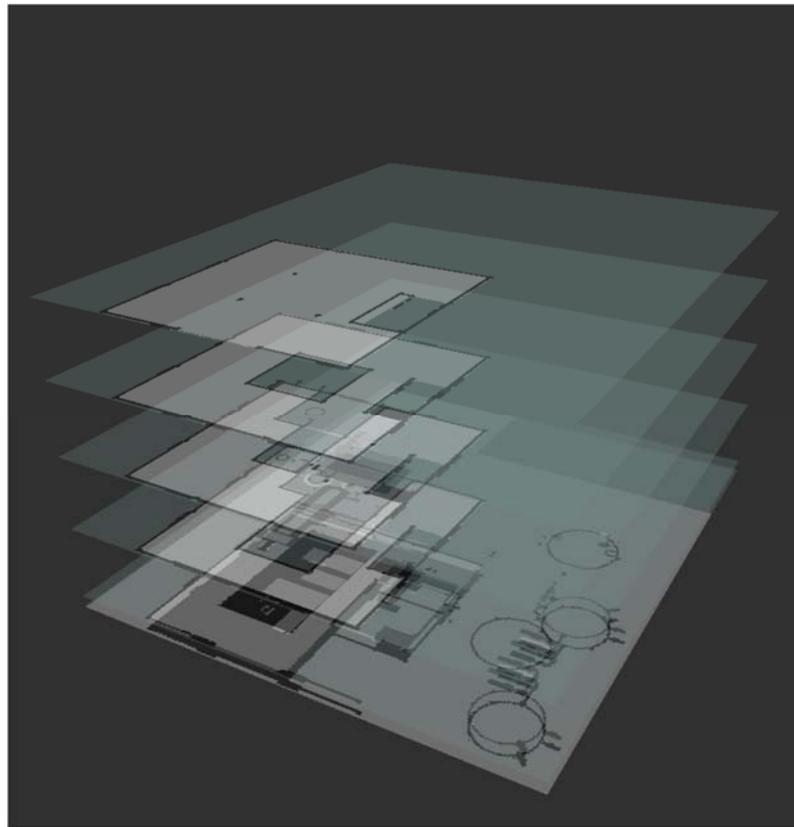
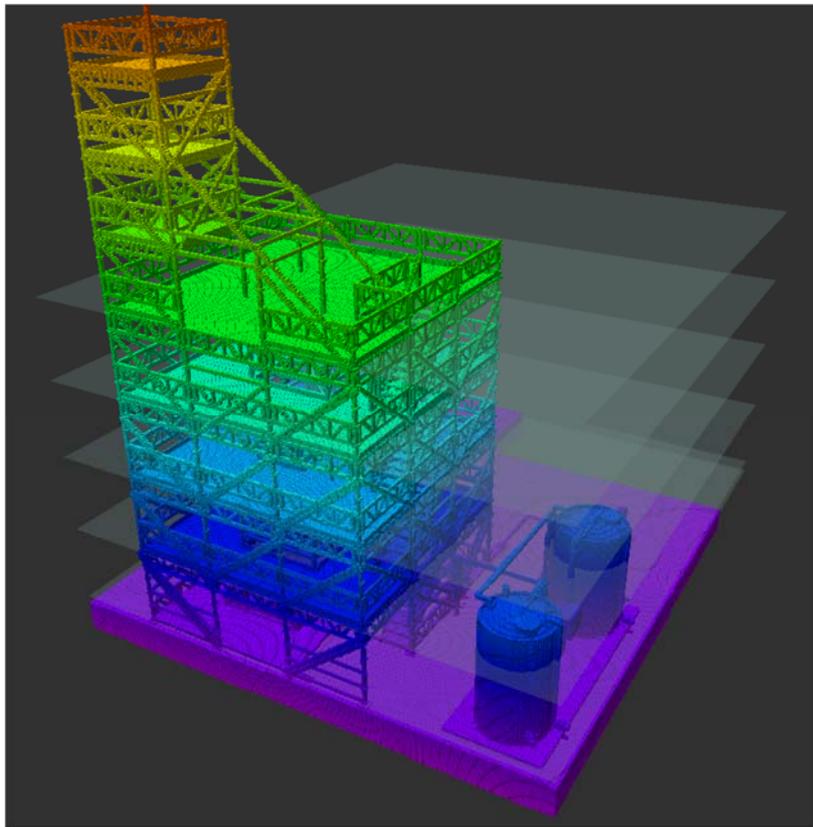
First floor

Ground floor

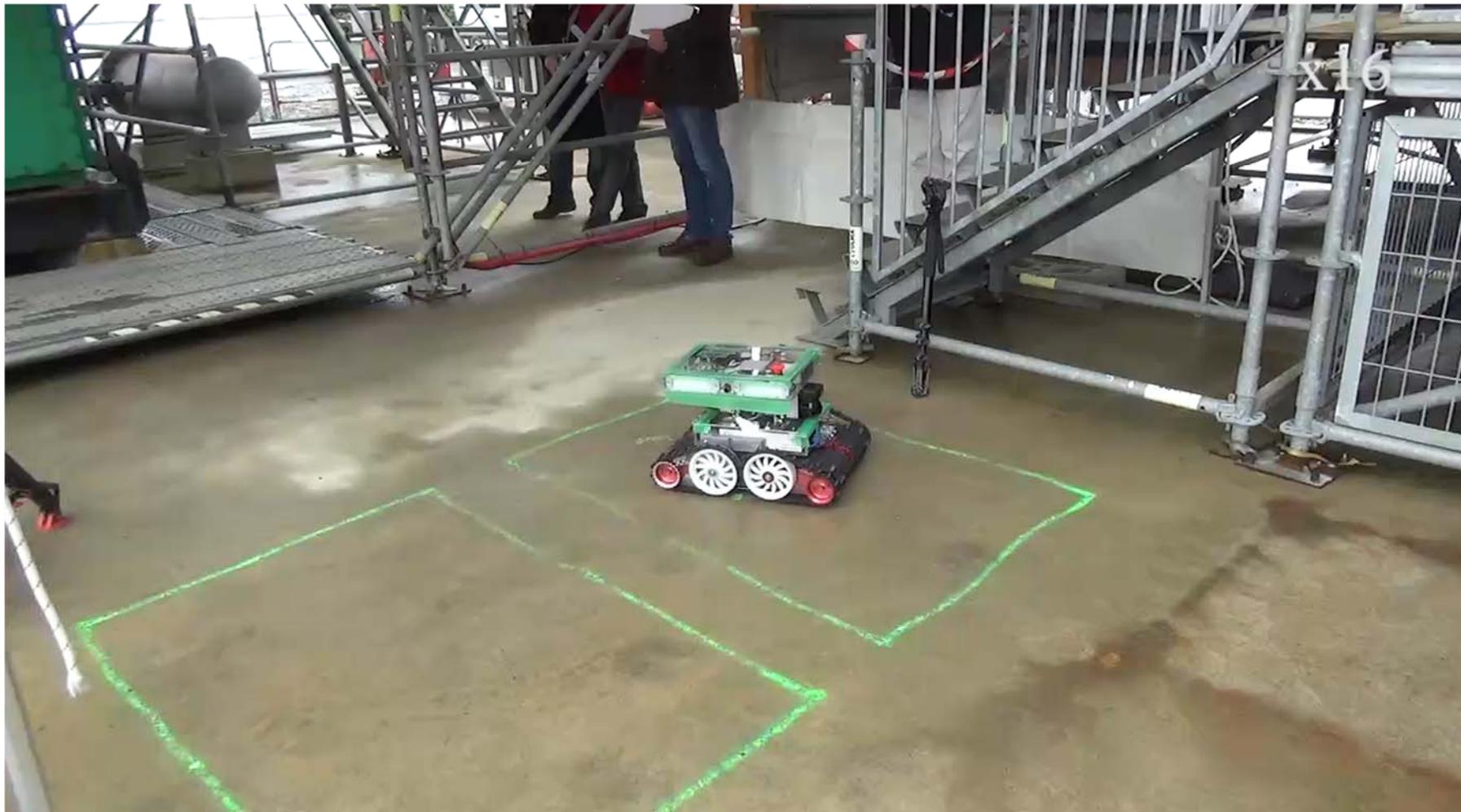
コンペで実際にロボットを動作させた

コンペ会場の地図

- 3Dの地図と、そこから2Dの地図を抽出



プラント点検ロボットの動作の様子



走れる場所を検出しながら自律的に移動し
カメラ等で計測

26 プラント点検ロボットのログデータ再生

- rosbag ツールで、センサデータなどの記録・再生
 - 実機を動かしているときの状況を再現

Linux PC でログ再生デモ

ROS Ecosystem

プロセス間通信ライブラリ

標準のデータ型定義

メッセージ通信

パラメータサーバ

モジュール化のしやすさ
開発補助ツールの充実が強み

パッケージ管理

依存関係解決

WS管理

...

ツール群

可視化

ログ記録/再生

シミュレータ

...

ROS コミュニティ

ユーザーフォーラム
Wiki

オープンソース
パッケージ群

デバイスのドライバ

機能モジュール

機能フレームワーク

- ROSについて
- ROSを使った移動ロボットの走行 (実機デモ)
- ROSを用いたロボットシステム開発の例
- ROS Moveit!を使った実習型セミナーの紹介 (日本ロボット学会)

29 ROSは敷居が高い？

- 日本語での情報が少ない (英語はとても充実)

ROS Japan User Group メーリングリスト

<http://www.ros-users.jp/>

公式チュートリアル

<http://wiki.ros.org/> (英語版・推奨)

<http://wiki.ros.org/ja/> (日本語版・非推奨)

※日本語版は情報が古く、問題が多いので注意

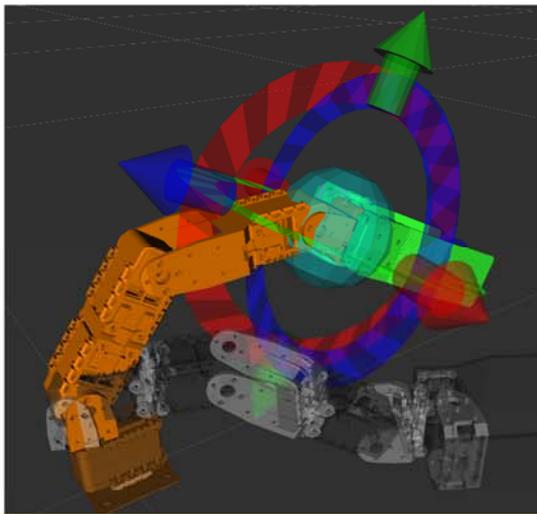
日本ロボット学会などの
手っ取り早く始めたい方向けの実習セミナー

- 「ロボットの作り方」

～ROSを使用した画像処理とマニピュレータ制御～

産総研 ジェフ先生、愛知県立大 鈴木先生

- 2017/06/17(土)~18(日) **定員に達したため申込み終了**
→ **希望が多くあれば、追加開催の可能性有り**



実機の教材があるので始めやすい

<http://www.rsj.or.jp/seminar/s106/>

ROS Ecosystem

プロセス間通信ライブラリ

標準のデータ型定義

メッセージ通信

...

ユーザコミュニティを
活用することで
開発を効率化

...

依存関係解決

WS管理

...

ツール群

可視化

ログ記録/再生

シミュレータ

...

ROS コミュニティ

ユーザーフォーラム
Wiki

オープンソース
パッケージ群

デバイスのドライバ

機能モジュール

機能フレームワーク

- ROSについて
- ROSを使った移動ロボットの走行 (実機デモ)
- ROSを用いたロボットシステム開発の例
- ROS Moveit!を使った実習型セミナーの紹介 (日本ロボット学会)

Enjoy ROS!

The ROS logo consists of a 3x3 grid of dark blue dots to the left of the text "ROS".

ROS