
「ROS」の基礎と ROS 2プログラミングの実践

1. ROSの概要と現状

高瀬 英希

(京都大学／JSTさきがけ)



プログラム

1. ROSの概要と現状 [day1 13:15-14:00]

- ROSとは？
- ROSの特徴と採用すべき理由
- ROSが採用されているロボット
- ROSの最新動向とROS 2の現状

ロボット開発を取り巻く背景

- 様々な状況に対応する**複雑な制御**
 - 姿勢制御, 情報処理, 自動化, プランニング, 人工知能, など,,,
- AI/ML処理を実現する**処理性能**
 - 実世界との膨大なデータの密接なやり取りと統計処理
- 限定された**計算資源と電力量**
- **多品種少量生産**の展開への対応

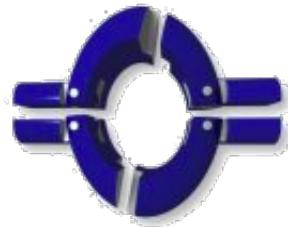
- 高性能・多機能化
- 省電力化
- 設計柔軟性



統一化された開発フレームワークによる
ロボットシステム設計開発の加速化に期待

ロボットSWの開発フレームワーク

- 開発の加速化のためには,,,
 - モジュールの再利用性の促進
 - プロセス間／システム間通信の効率的な管理



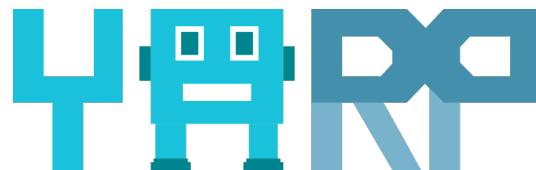
Mainly for kinematics and dynamics

<http://www.orocos.org/>



CORBA-based architecture

<http://openrtm.org/>



Transport-neutral communication

<http://www.yarp.it/>

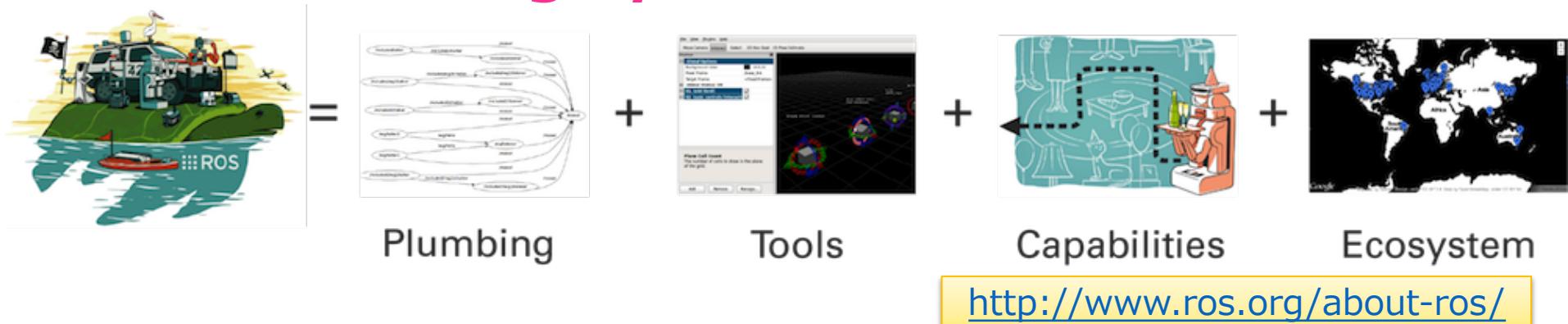


de-fact around the world!!

<http://www.ros.org/>

ROSとは？

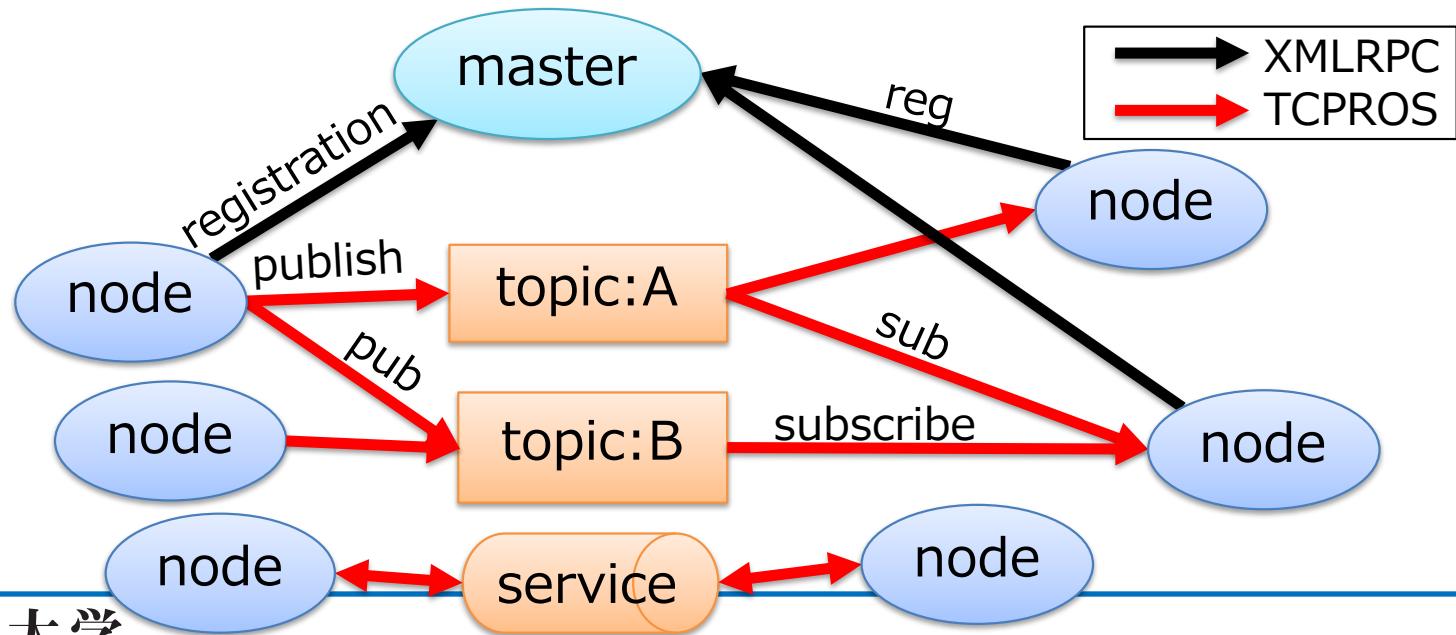
*ROS is not just framework,
but design platform for robots!!*



- Plumbing: 出版購読型の通信モデルとミドルウェア
- Tools: プロジェクト管理, デバッグ, 可視化, 等
- Capabilities: 膨大なライブラリ・パッケージ
- Ecosystem: 世界規模の強力なOSSコミュニティ

Plumbing

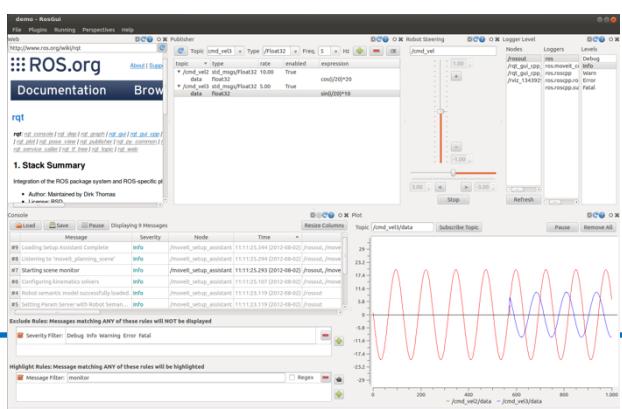
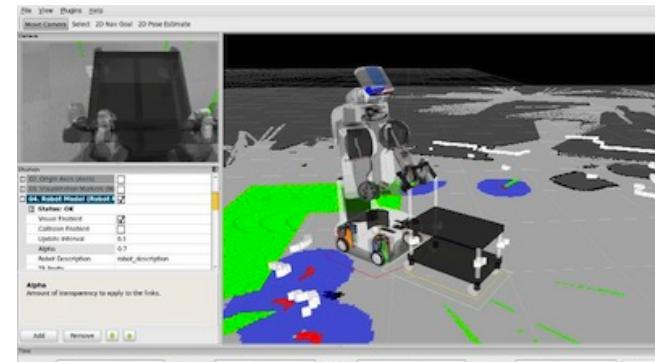
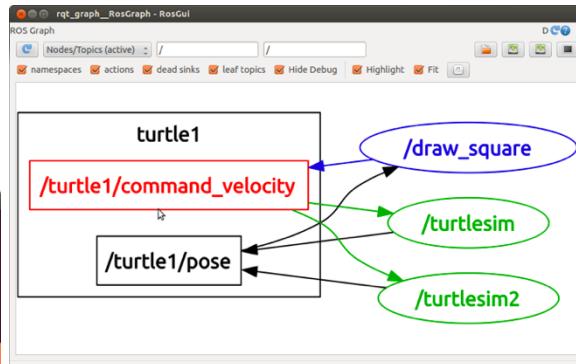
- Publish / Subscribe messaging infrastructure
 - ROSノード：ロボットシステムを構成する機能単位
 - ✓ ノードの登録・変更・削除が容易に実現できる
 - トピックを介した非同期型の通信方式
 - ✓ 同期通信のserviceも提供されている



Tools

- catkin_tools: プロジェクト構成／ビルドシステム
- rqt: Qtベースのデバッグフレームワーク
- gazebo: 3D物理シミュレーションツール
- rviz: 可視化ツール
 - 他にもroslaunch, rosbagなど,,,

```
turtlebot@turtlebot-dynabook-R732-37JW:~/catkin_ws
-- Using Debian Python package layout
-- Using empty: /usr/bin/empty
-- Using CATKIN_ENABLE_TESTING: ON
-- CATKIN_DEVEL_PREFIX: /home/turtlebot/catkin_ws/devel
-- Using CATKIN_TEST_RESULTS_DIR: /home/turtlebot/catkin_ws/build/test_results
-- Found gtest sources under '/usr/src/gtest': gtests will be built
-- Using Python nosetests: /usr/bin/nosetests-2.7
-- catkin 0.6.7
-- BUILD_SHARED_LIBS is on
...
-- traversing 1 packages in topological order:
--   - beginner_tutorials
...
*** processing catkin package: 'beginner_tutorials'
*** add_subdirectory(beginner_tutorials)
-- Configuring done
-- Generating done
-- Build files have been written to: /home/turtlebot/catkin_ws/build
#####
## Running command: "make -j4 -l4" in "/home/turtlebot/catkin_ws/build"
#####
turtlebot@turtlebot-dynabook-R732-37JW:~/catkin_ws ls
build devel src
turtlebot@turtlebot-dynabook-R732-37JW:~/catkin_ws$
```

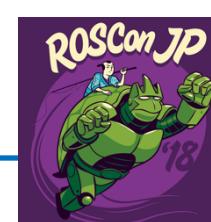


Capabilities

- ROSパッケージ
 - 有用な機能のライブラリ・フレームワークの集合
 - ✓ tf: ロボットの3次元座標と連鎖関係, 時間の管理
 - ✓ teleop: ロボットの移動方向の操作
 - ✓ Navigation: 地図ベースの自己位置推定と経路計画
 - ✓ MoveIt: マニピュレーション制御 etc.,,
 - 2,000以上のパッケージが公開されている
<https://index.ros.org/packages/>
- パッケージ活用の利点
 - (動作保証された)既存資産として活用できる
 - コンポーネント指向開発を実現できる

Ecosystem

- オンラインのコミュニティ
 - [ROS Wiki](#): 各種文書の公開, パッケージ配布
 - [ROS Answers](#): Q&Aページ
 - [ROS Discourse](#): リリースやイベントのアナウンス
- オフラインのコミュニティ
 - **ROSCon**: 世界規模の開発者会議 (最近はlocal confも)
 - SIG meetups, tutorial/workshop, local events, etc.,,,

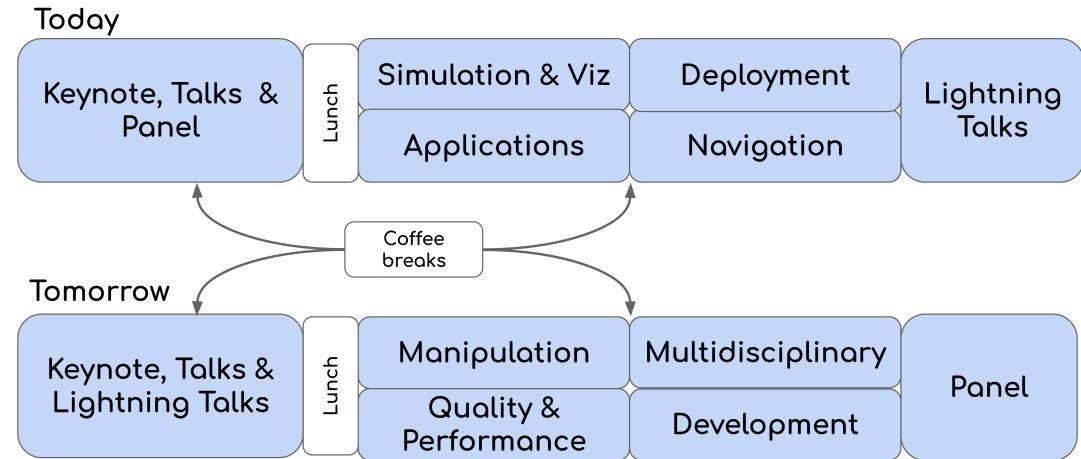
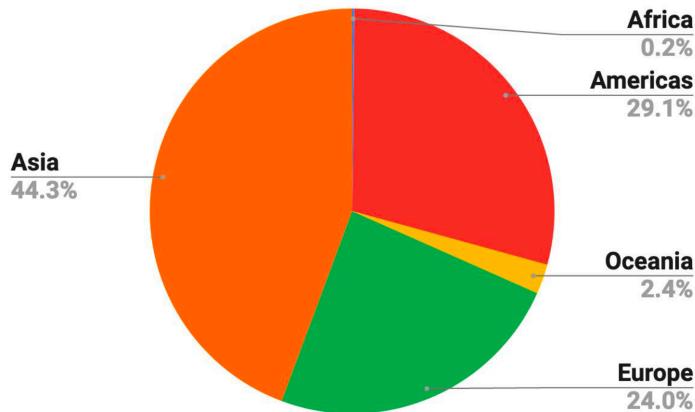


ROSCon 2019

- 発表件数 :

	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
	19	35	19	21	25	37	38	49

- 123 proposals; 39.8% acceptance (2018: 160, 24%)
- 5 long presentations, 30 short and 14 short
- 参加者 : **591** from 42 countries (2018: 517)



- ROS Japan UG #33 ROSCon2019参加報告会

[東京会場]

[関西会場]

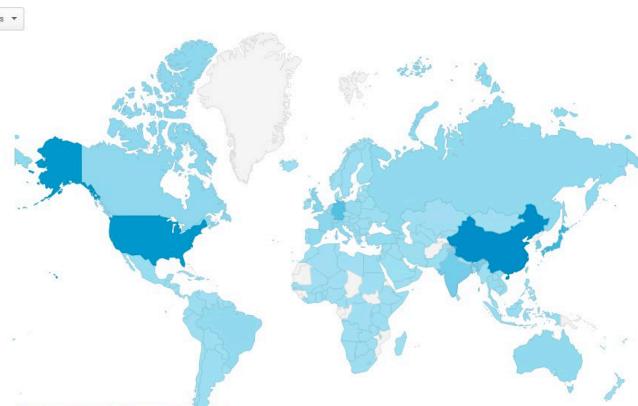
ROSの歴史

2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
	 1st commit to SourceForge (Nov. 2007) https://sourceforge.net/p/ros/code/1/log/?path=%2F				 ROS 10 CELEBRATING TEN YEARS http://www.ros.org/news/2017/11/ros-turns-10.html	 http://wiki.ros.org	 ROS 2 Alpha released					

ROS around the world!!

1.		41,357	(19.88%)
2.		36,531	(17.56%)
3.		19,738	(9.49%)
4.		15,525	(7.46%)
5.		9,382	(4.51%)
6.		9,345	(4.49%)
7.		4,972	(2.29%)
8.		4,856	(2.33%)
9.		4,056	(1.95%)
10.		3,854	(1.85%)
11.		3,516	(1.69%)
12.		3,464	(1.66%)
13.		3,207	(1.54%)
14.		3,114	(1.50%)
15.		3,080	(1.48%)
16.		2,941	(1.41%)
17.		2,548	(1.22%)
18.		2,253	(1.08%)
19.		1,822	(0.88%)
20.		1,820	(0.87%)
21.		1,711	(0.82%)

wiki.ros.org visitor locations:



<http://download.ros.org/downloads/metrics/metrics-report-2019-07.pdf>



ROS準拠のロボット

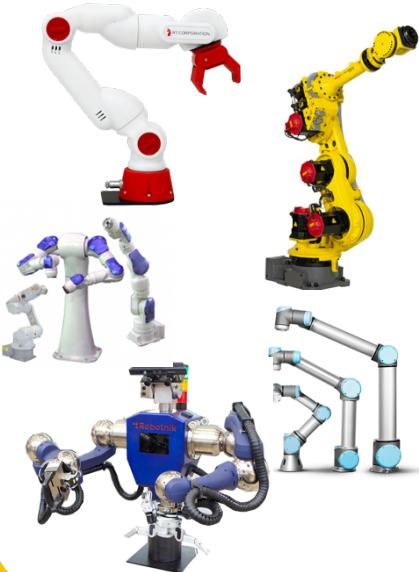
Aerial



Ground



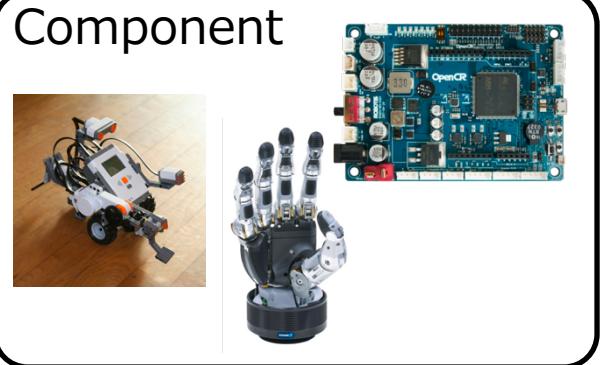
Manipulator



Marine



Component



Sensor

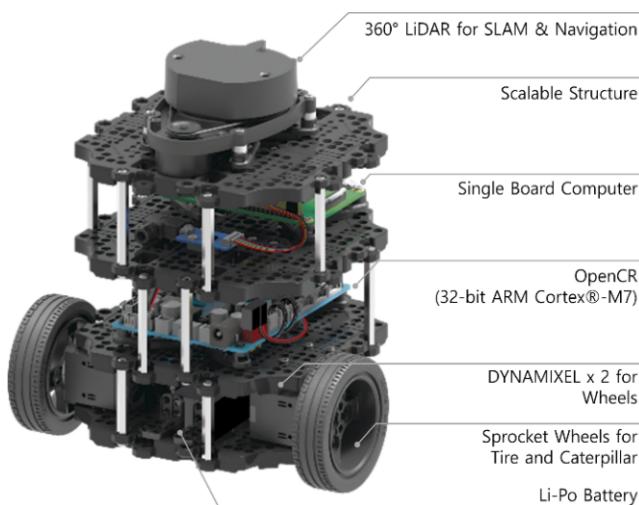


Motor

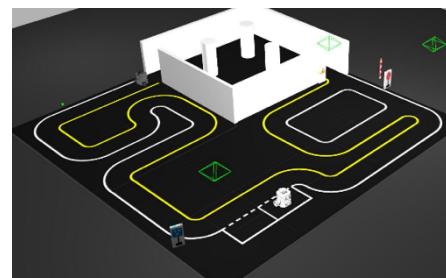
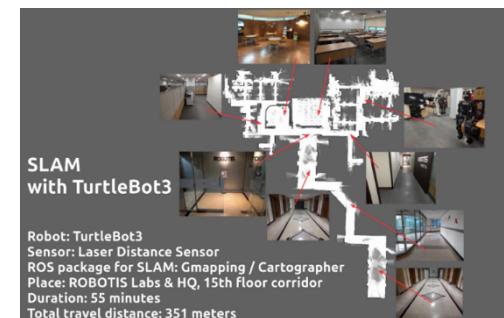


学習用ロボット：TurtleBot3

- ROS公式の研究・教育用ロボット組立キット
 - テーブルトップでROSやSLAMの学習が出来る
 - OSRF (Open Robotics)からのリクエストで誕生
 - 改造の自由度が高く、ROS対応ロボット作成が容易



- **ROS Education**
- **SLAM**
- **Navigation**
- **Autonomous Driving**



 open robotics

ROBOTIS

ROSのユースケースの変遷

- 単体ロボット
- ワークステーション級の計算資源
- 非リアルタイムな制御
- 理想的かつ安定的なネットワーク環境
- 研究用途



- 複数ロボット(協調動作)
- 組込み規模での動作実現の要求
- リアルタイム制御
- 不安定なネットワーク環境(遅延や損失への対応)
- 実製品への適用

ROSをver.2として
フルスクラッチから
開発し直す！

2

ROS 2の新機能

- DDS (Data Distribution Service)
- Quality of service
- Lifecycle state machine
- Actions
- Intra-process communication
- ros1bridge
- Multi platform support
- colcon build tool
- Python launch system

明日にハンズオン・デモを
交えて詳しく紹介します！

ROS versionとdistribution

distribution	Release	EOL date	Ubuntu
Kinetic Kame	2016/05/23	April, 2021	Xenial (16.04)
Melodic Morenia	2018/05/23	May, 2023	Bionic (18.04)
Noetic Ninjemys	2020/05	May, 2025	Focal (20.04)
Crystal Clemmys	2018/12/14	Dec, 2019	Bionic (18.04)
Dashing Diademate	2019/05/31	May, 2021	Bionic (18.04)
Eloquent Elusor	2019/11/22	Nov, 2020	Bionic (18.04)
Foxy Fitzroy	2020/05	3+ years	Focal (20.04)

<http://wiki.ros.org/Distributions>

<https://index.ros.org/doc/ros2/Releases/>

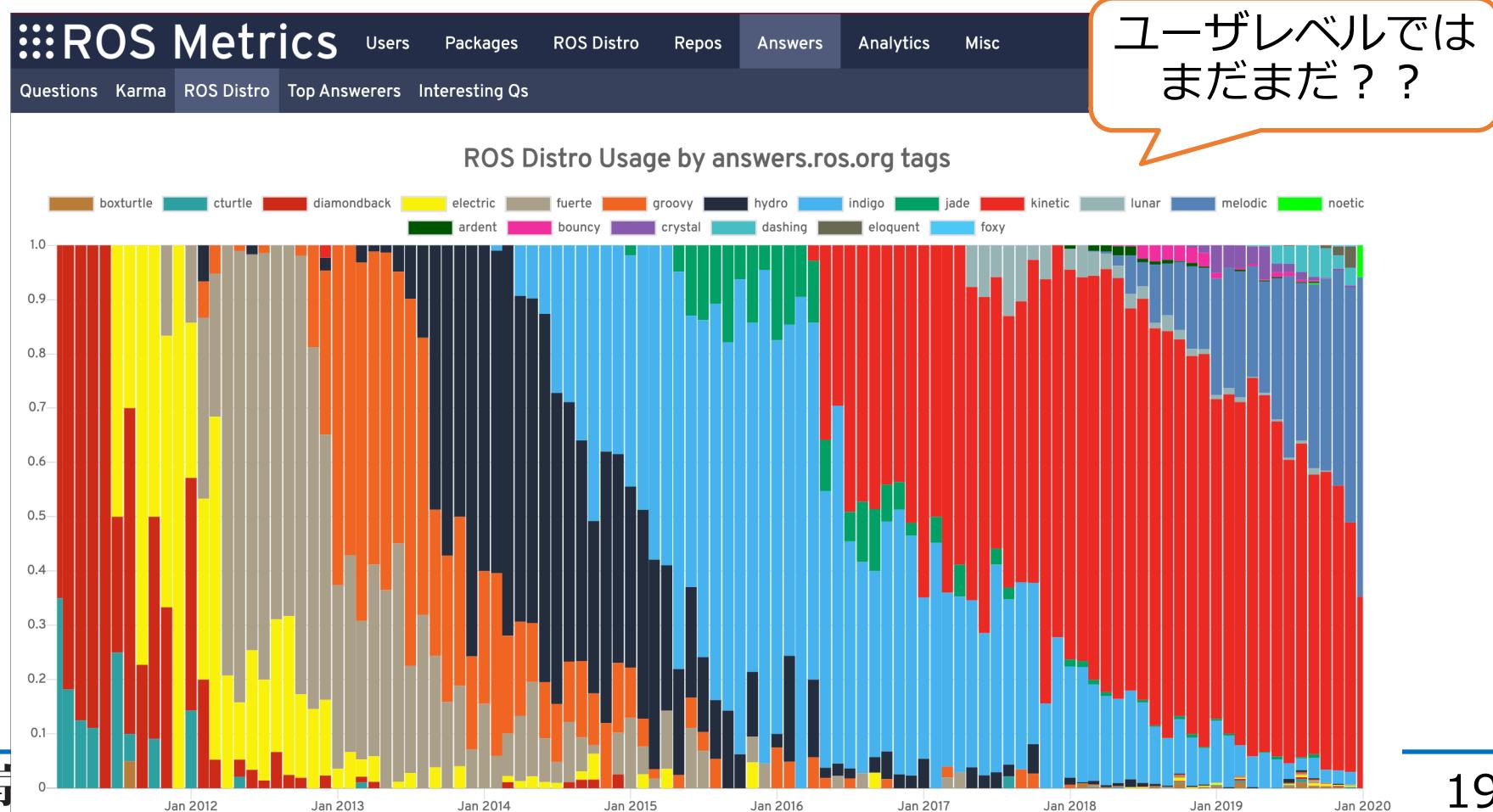
- 追記：Gazebo 11 (3D sim tool)は2020年で最終リリース
 - 2025年1月までのLTS release
 - 次世代版の Ignition が開発進行中

ROS 1 vs. ROS 2

- ROS 2はまだ発展途上
 - 次期Foxyは決定版になる可能性が高い
- 既存パッケージを使いたいならROS 1
これからスクラッチ開発ならROS 2
 - あとは、今後の強みとしたいなら当然ながらROS 2
- 使いたい機能が熟れてきたらROS 2移行すべき
 - MoveIt, リアルタイム制御, rosbag, セキュリティ,,,
- ROS 1の寿命はいつまでか？？
 - あと1~2年と言って差し支えない, と言ってはや1年,,,
 - Python 2/3問題も考慮すべき (ROS 1はPython 2)
 - ✓ ROS 1 NoeticではPython 3対応となる予定？

ROS 1 vs. ROS 2

- answers.ros.org のタグ数の遷移
 - https://metrics.ros.org/answers_rosdistro.html



ROSのライセンス

- コアモジュール・コンポーネント
 - ROS1 : BSD # 修正・再利用・再配布可
 - ROS2 : Apache 2.0 # より商用利用向き
- 個別パッケージ
 - OSI認証のものがそれぞれ独自に設定可能
 - GPL, LGPLの可能性もあり
 - <http://wiki.ros.org/DevelopersGuide#Licensing>
- DDSもライセンス形態が幾つかあり
- [ros-japan-users] Software License Introspection in ROS package dependency chain by 130s (Isaac I.Y. Saito)
<https://rosjp.connpass.com/event/89616/>