

ROS と MATLAB®を活用した 産業用ロボットの ピッキングシステムの導入検証

2019年9月25日

株式会社 安川電機

環境・社会システム事業部 開発部

森田 賢

© 2019 YASKAWA Electric Corporation



MATLAB/Simulink

出典 : <https://jp.mathworks.com/products/simulink.html>



出典 : <http://wiki.ros.org> 出典 : <http://gazebosim.org/>

MATLAB : The MathWorks, Inc. の商標
Simulink : The MathWorks, Incの商標

発表者自己紹介

業務内容

- プラント用監視制御装置の開発
- システムコントローラ開発課
- ソフトウェア開発を担当

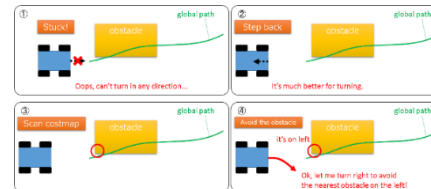
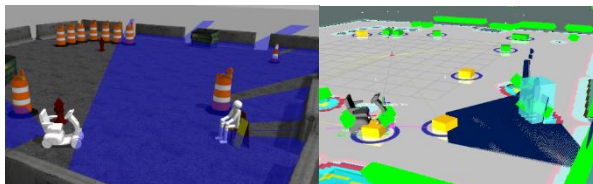




ROS 関連活動

- QiitaやブログでROS/ロボット技術解説記事を執筆
 - ROSやロボットに関する取り組みは100%趣味
- ※ 九工大 西田研 の社会人博士学生ですが、テーマはROSとは無関係

ROS 成果物

- **市街地にて完全自立走行で2kmのコースを完走 @ つくばチャレンジ**



<p>実験機</p>  <p>実験機用ドライバ</p>	<p>シミュレータ</p>  <p>シミュレータ用ドライバ</p>
ros_control (共通コントローラ)	
ROS (Robot Operating System)	
Ubuntu 14.04	

産ロボ x ROSアプリ



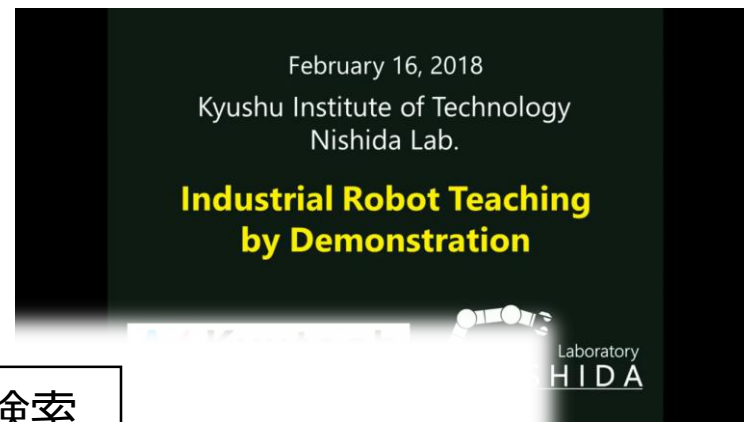
- 実演による産ロボ操作(教示レス)

- ユニバーサルグリッパ

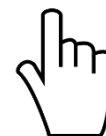


nishidalab youtube

検索



- Pepper(音声
産業用ロボッ



ロボットの
教示レス)

拙著ROS本のご紹介

著書概要



- 西田, **森田**ら, 実用ロボット開発のためのROSプログラミング, 森北出版, 2018.
- ポイントクラウド (PCL)、プラグイン開発 (Pluginlib)、テストコード (rostopic)、CI 連携 (industrial_ci)等、**応用項目**を主担当として執筆



出典: <https://opencv.org/>



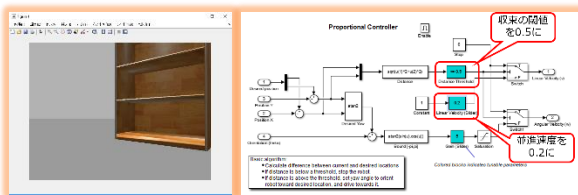
出典: <http://pointclouds.org/>



Travis CI

出典: <https://travis-ci.org/>

- **MATLAB連携**の章を担当



先週、**増刷のお知らせ**を頂きました



出典: <https://images-na.ssl-images-amazon.com/images/I/51joyPVM8tL.jpg>

本題に入る前に
ご提案がございました



メーカー社員の皆さん

上司に何を報告するか
見えていますか？



上司：

すごいのは分かった
で、製品化プロセスは大丈夫？
品質保証はどうするんだ？
規格への準拠は？メーカー責任区分は？
法的に問題は？



部下：

「引き続き技術動向を調査します」

5年ほど前からこの問答に大きな進展がない

部下：

「その情報ならここを見れば
書いてありますよ！」

「今回も製品化事例がありました！」

と言うシナリオに進めたい。



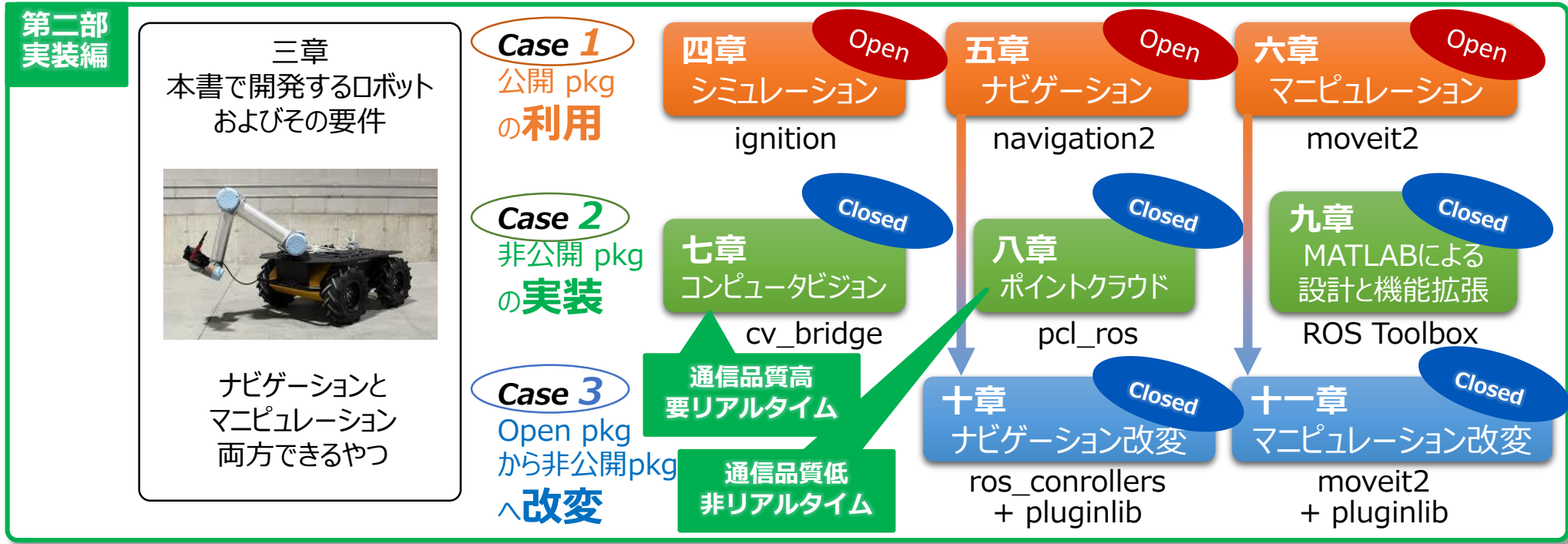
本、書きませんか？



商用ロボット開発のためのROS2プログラミング (仮称)

コンセプト：検証から販売へ、一気通貫のケーススタディ、パソコンだけで学べる

第一部 基礎編	一章 ROS2とは	二章 ROS2基本仕様 + サンプル	コードは原則として C++ プラグインはC++でしかかけないし、商品用実装部秘匿もC++が望ましい。
------------	-----------	--------------------	---



第三部 リリース編	十二章 テスト設計と実装 rostest	十三章 CI による品質管理 OSS: Travis CI Closed: Gitlab CI	十四章 ライセンス・規格・リスクアセスメント OSSライセンスの考え方 商用製品化の注意点	十五章 リリース OSS: ROS Buildfarm Closed: debian pkg
--------------	-------------------------	---	---	--

ラストワンマイルの道路自体がないと闘技場に上がれない

©2019 @MoriKen254

本ページの内容は個人の見解です



ワイガヤページを作成しました

情報提供、原稿執筆に興味のある方は
issue でお声がけください



The screenshot shows a GitHub repository page for 'MoriKen254 / ros2_book_commercialize_project_jp'. The repository title is 「商用ロボット開発のためのROS2プログラミング」プロジェクト用のワイガヤリポジトリ. The page displays repository statistics: 2 commits, 1 branch, 0 releases, 1 contributor, and MIT license. A list of files is shown, including .gitignore, LICENSE, and README.md. The README.md file is selected, showing its content:

ros2_book_commercialize_project_jp

「商用ロボット開発のためのROS2プログラミング」プロジェクト用のワイガヤリポジトリ

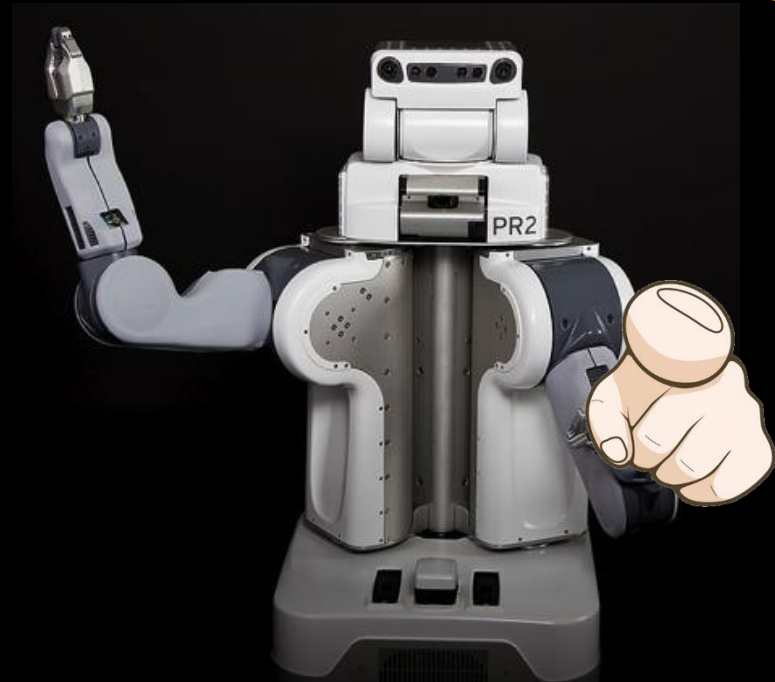
コンテンツ (仮)

第一部：基礎編

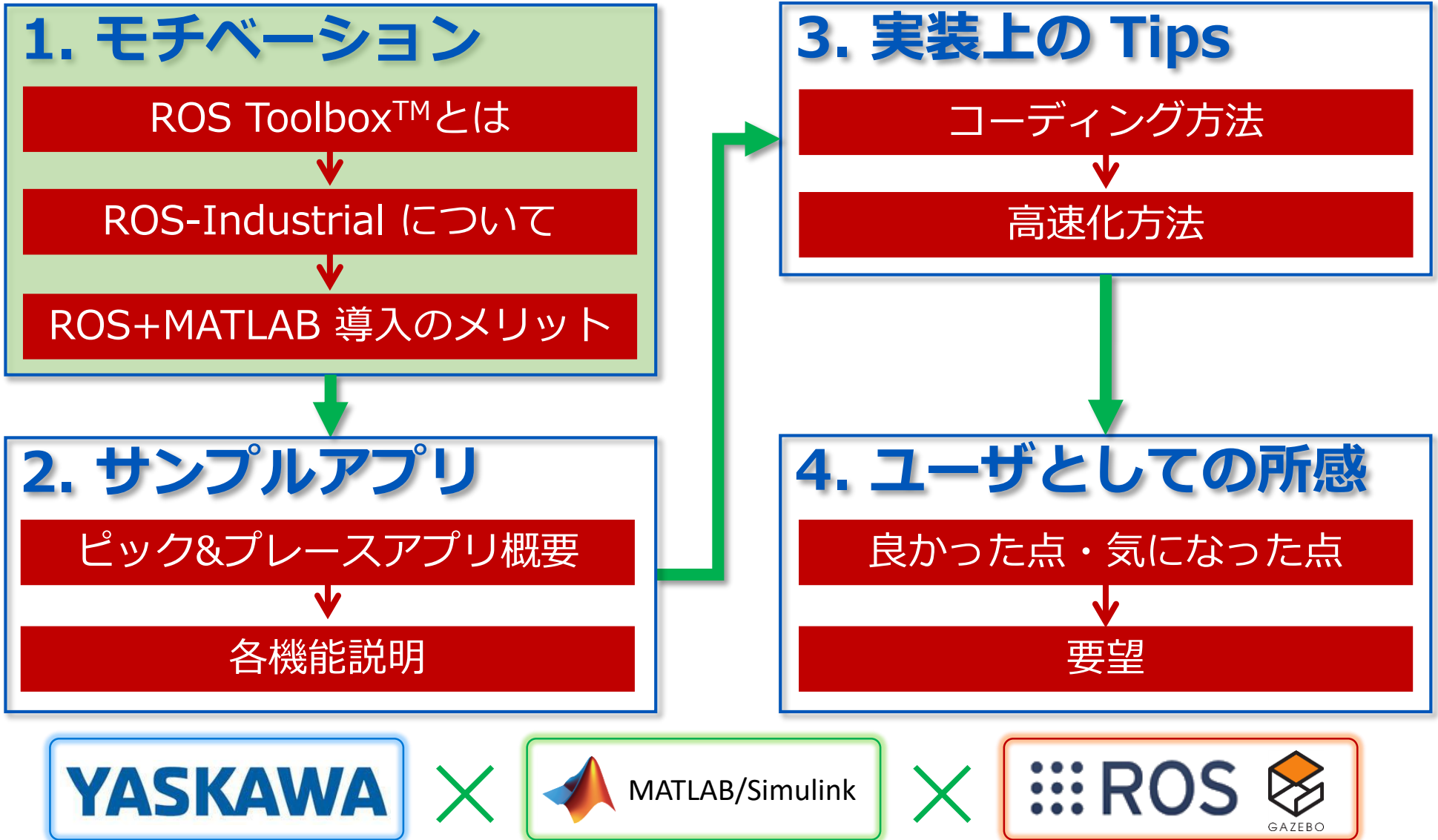
1. ROS2 とは
2. ROS2 基本仕様+サンプル
3. ロボットの要件

https://github.com/MoriKen254/ros2_book_commercialize_project_jp

We Want You!

The logo consists of the letters 'M' and 'K' in a stylized, white, sans-serif font. The 'M' and 'K' are connected at the bottom, with the 'K' having a sharp, pointed right side.

アウトライン



メーカーでROSを採用する難しさ ①技術的 Issue



出典 : <http://news.mit.edu/2015/mit-team-places-sixth-darpa-robotics-challenge-0608>
出典 : <https://www.tudelft.nl/en/2016/tu-delft/team-delft-wins-amazon-picking-challenge/>
出典 : <https://youtu.be/1Zpw2288VMQ>
出典 : <https://projects.preferred.jp/tidying-up-robot/>



Python, C++, Java



Issue 1:

・最新のOSSライブラリや
様々なプログラミング言語を
扱える技術者の確保が困難

出典 : <https://www.preferred-networks.jp/ja/pfn-logo>
出典 : <https://www.tensorflow.org/>
出典 : https://www.irasutoya.com/2016/04/blog-post_78.html

価値を届けたい
お客様

けど難しい



出典 : <https://pictarts.com/01-illustration/00011-free-art.html>

メーカーでROSを採用する難しさ ②戦略的 Issue



出典 : <http://news.mit.edu/2015/mit-team-places-sixth-darpa-robotics-challenge-0608>
出典 : <https://www.tudelft.nl/en/2016/tu-delft/team-delft-wins-amazon-picking-challenge/>
出典 : <https://youtu.be/1Zpw2288VMQ>
出典 : <https://projects.preferred.jp/tidying-up-robot/>



TensorFlow



Python, C++, Java



Issue 2:

- ・OSSの利用と知的財産保護の間に生じるコンフリクト
- ・そもそもOSSを利用した前例がない

出典 : https://www.irasutoya.com/2019/03/blog-post_877.html

価値を届けたい
お客様

けど難しい

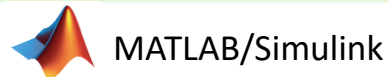


出典 : <https://pictarts.com/01-illustration/00011-free-art.html>

ROS Toolbox のポテンシャル



出典 : <http://news.mit.edu/2015/mit-team-places-sixth-darpa-robotics-challenge-0608>
出典 : <https://www.tudelft.nl/en/2016/tu-delft/team-delft-wins-amazon-picking-challenge/>
出典 : <https://youtu.be/1Zpw2288VMQ>
出典 : <https://projects.preferred.jp/tidying-up-robot/>



- ソフトウェアのインストール実績 : **100,000 以上**の企業、政府、大学
- 顧客拠点 : **185 か国**以上
- MATLAB のユーザー数: 世界中で **400 万人以上**
- MATLAB Central の File Exchange ダウンロード数 : **300 万ファイル以上**
- MATLAB Central アプリへの協力者数 : 世界中で **525,000 人以上**
- MATLAB/Simulink で作成されたサードパーティ ソリューションの数: **500 以上**
- MATLAB 関連書籍の数: **27 言語で 2,000 冊以上**

価値を届けたい
お客様

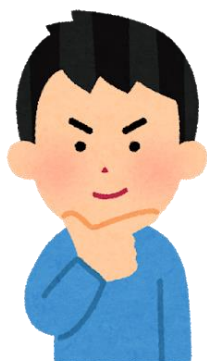


出典 : <https://pictarts.com/01-illustration/00011-free-art.html>

ROS Toolbox による Solution①



出典 : <http://news.mit.edu/2015/mit-team-places-sixth-darpa-robotics-challenge-0608>
出典 : <https://www.tudelft.nl/en/2016/tu-delft/team-delft-wins-amazon-picking-challenge/>
出典 : <https://youtu.be/1Zpw2288VMQ>
出典 : <https://projects.preferred.jp/tidying-up-robot/>



Solution:

1. MATLABの技術者は既存メーカーに大勢いる
2. MATLABの資産も潤沢に蓄積されている

技術的 Issue 1:

- ・最新のOSSライブラリや様々な言語を扱える技術者の確保が困難

出典 : https://www.irasutoya.com/2019/05/blog-post_67.html

価値を届けたい
お客様

可能性あり



出典 : <https://pictarts.com/01-illustration/00011-free-art.html>

ROS Toolbox による Solution②



出典 : <http://news.mit.edu/2015/mit-team-places-sixth-darpa-robotics-challenge-0608>
出典 : <https://www.tudelft.nl/en/2016/tu-delft/team-delft-wins-amazon-picking-challenge/>
出典 : <https://youtu.be/1Zpw2288VMQ>
出典 : <https://projects.preferred.jp/tidying-up-robot/>



Solution:

1. アルゴリズム部分はMATLABなのでOSSの議論にはならない
2. MATLABベースの商品開発は前例がある場合が多い

戦略的 Issue 2:

- ・OSSの利用と知的財産保護の間に生じるコンフリクト
- ・そもそも前例がない

出典 : https://www.irasutoya.com/2019/05/blog-post_67.html

価値を届けたい
お客様

可能性あり



出典 : <https://pictarts.com/01-illustration/00011-free-art.html>

MATLAB/SimulinkのRobotics関連ツールボックスの構成

新機能

R2019a以前

Robotics System Toolbox

ロボットアームアルゴリズム

移動ロボットアルゴリズム

自律飛行アルゴリズム
(UAV Add-on)

Simscape Multibody
との連携

ROS連携

ROSノード生成

rosvbagの読み込み

各種座標変換

TurtleBot Add-on
ROSカスタムメッセージ Add-on

R2019b

Robotics System Toolbox

マニピュレーション等

各種座標変換

Simscape Multibodyとの連携

市販ロボットライブラリ

ロボットアームアルゴ

運動学/逆運動学

衝突検知

自律飛行アルゴリズム

移動ロボットアルゴリズム

Gazeboとの
コミュニケーション

Navigation toolbox

ナビゲーション

各種座標変換

GNSS/IMU
センサーモデル

移動ロボットアルゴリズム

自己位置推定

地図生成

経路計画

2D SLAM

3D SLAM

動作計画

ROS Toolbox

ROS 専用機能

ROS連携

ROS 2連携

rosvbagの読み込み

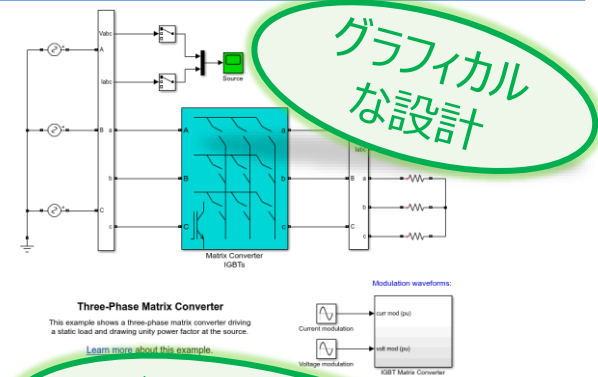
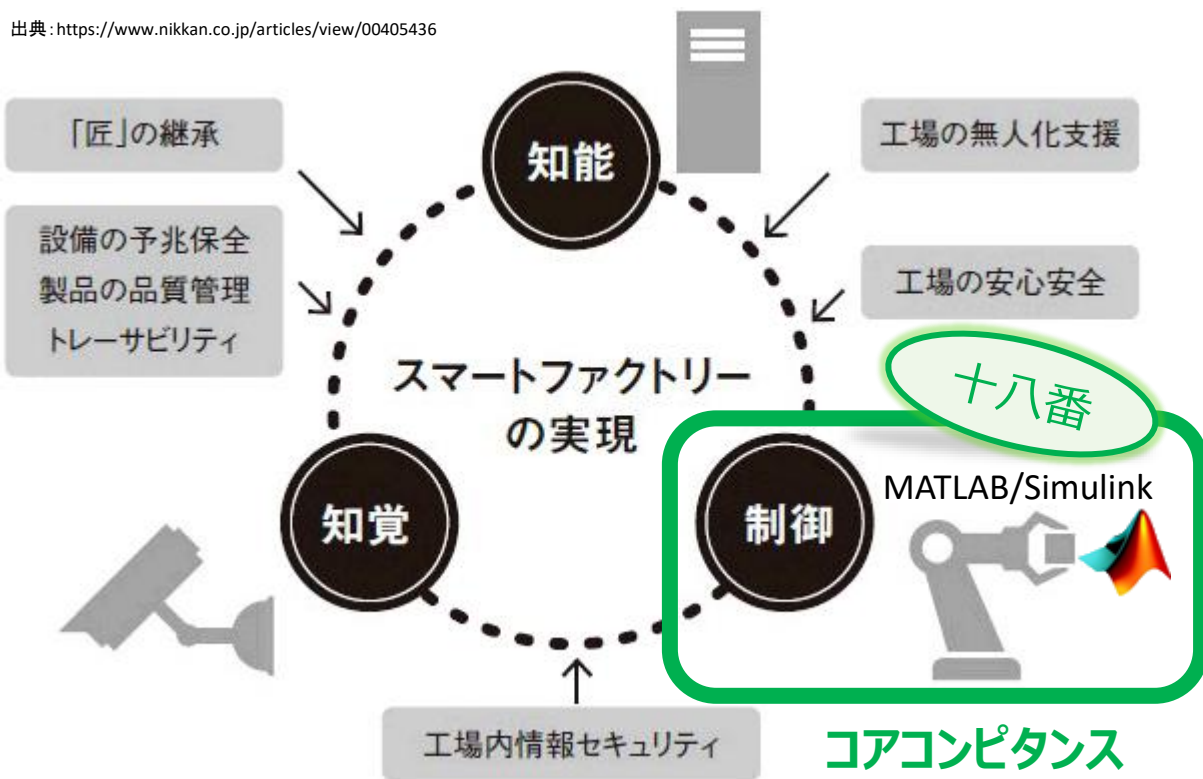
ROSノード生成

ROS2
ノード生成

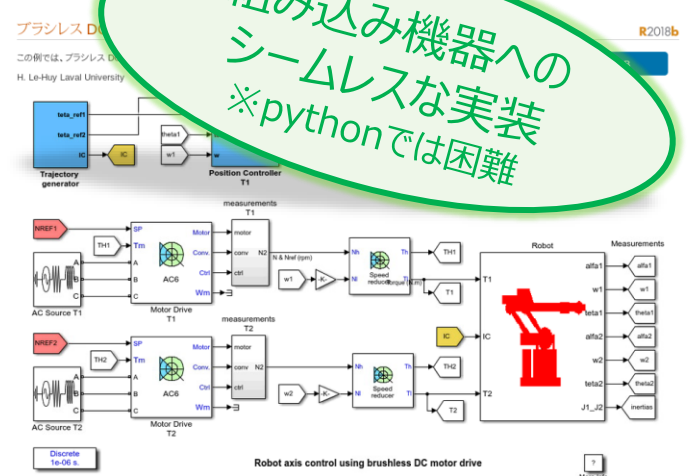
TurtleBot Add-on
ROSカスタムメッセージ Add-on

ROS Toolbox (MATLAB/Simulink) の使い所

出典: <https://www.nikkan.co.jp/articles/view/00405436>



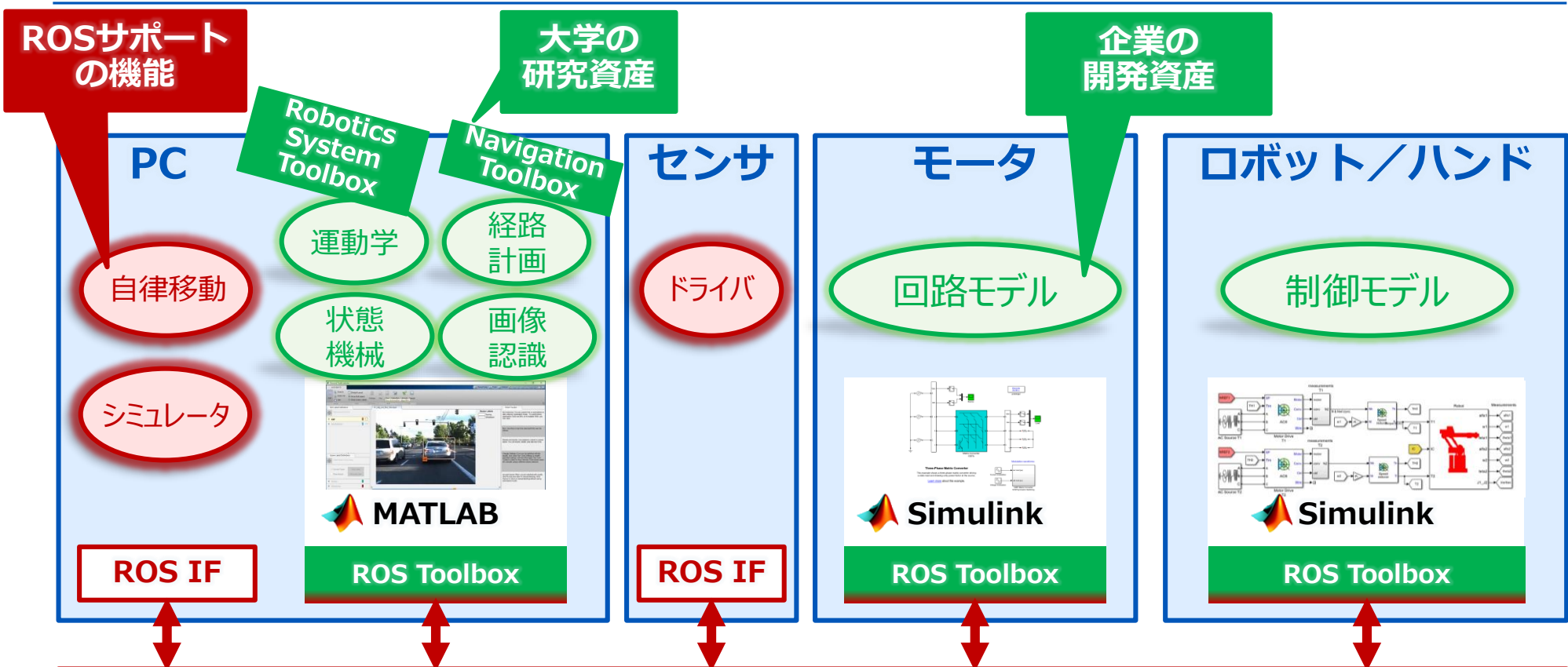
<https://jp.mathworks.com/help/physmod/sps/examples/robot-axis-control-using-brushless-dc-motor-drives.html>



制御レイヤは歴史的にも強い
人工知能等の先端技術もキャッチアップしている

モデルベース設計
他ツールの追従を許さない水準
のユーザビリティ

ROS Toolbox の使用例



ROS Network

多数(400万人以上、100,000以上の組織)のMATLABユーザが
長年(1970年代~)蓄積してきた膨大な技術資産を、容易にROSと連携可能

取りうる構成は千差万別 ユーザの状況に合わせて個別的対応が必要

ROSの産業応用への展開

ROS-Industrial (ROS-I) とは？



画像出典：

<https://rosindustrial.org/ric/current-members>

- ROSの産業応用を推進するためのコンソーシアム（米、欧、亜の3支部）
- メーカー・ユーザ・プラント等、60以上の世界的な企業が参画



MathWorks
も参画

米国支部
が参画



ROS-I におけるMotomanの対応状況

Githubリポジトリで無償公開



- ドライバ、3DCADモデル、可視化ツール対応等

GP12/7/8



MH5/12/50



MotoMINI



SDA10F/10D



SIA5D/10D/20D



参考 : GitHub 画面

ROS-Industrial Motoman meta-package (<http://wiki.ros.org/motoman>)

motoman ros-industrial ros urdf moveit

508 commits

8 branches

7 releases

24 contributors

Branch: kinetic-devel New pull request

Create new file Upload files Find file Clone or download

shaun-edwards Merge pull request #253 from gavanderhoorn/cleanup_manifests Latest commit 80c5299 on 13 Nov 2018

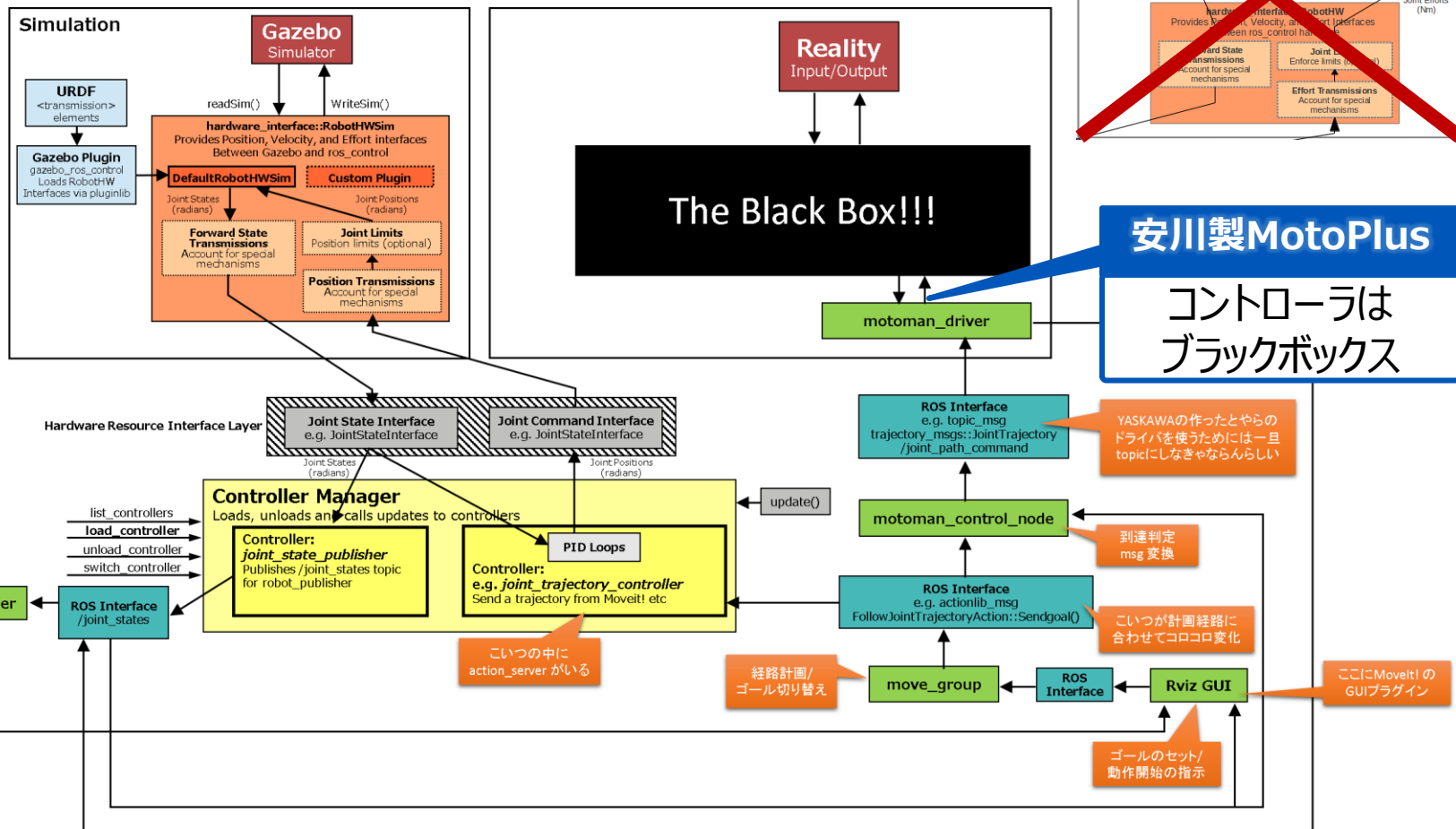
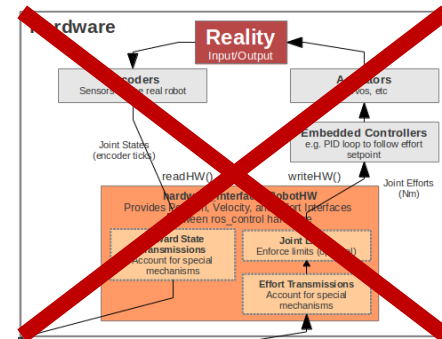
motoman	all: fix grouping of elements in manifests.	3 months ago
motoman_driver	driver: sort source list JTA node.	3 months ago
motoman_gp12_support	support: harmonise build scripts.	3 months ago
motoman_gp7_support	support: harmonise build scripts.	3 months ago
motoman_gp8_support	support: harmonise build scripts.	3 months ago
motoman_mh12_support	support: harmonise build scripts.	3 months ago
motoman_mh50_support	support: harmonise build scripts.	3 months ago
motoman_mh5_support	support: harmonise build scripts.	3 months ago
motoman_motomini_support	all: fix grouping of elements in manifests.	3 months ago
motoman_msgs	Order dependencies.	3 months ago
motoman_sda10f_moveit_config	Order dependencies.	3 months ago
motoman_sda10f_support	support: harmonise build scripts.	3 months ago
motoman_sia10d_support	support: harmonise build scripts.	3 months ago
motoman_sia10f_support	support: harmonise build scripts.	3 months ago
motoman_sia20d_moveit_config	Order dependencies.	3 months ago
motoman_sia20d_support	support: harmonise build scripts.	3 months ago
motoman_sia5d_support	support: harmonise build scripts.	3 months ago

出典 : <https://github.com/ros-industrial/motoman>

ROS-I の Motoman リポジトリ

Motoman利用時のソフトウェア構成 ROS

- 会社によって仕様・構成は異なる
例: denso_robot_ros リポジトリでは ros_controller 準拠



ROS-I が提供する機能

フィールドバスとのブリッジ

- CanOpen
- EtherNet/IP
- EtherCAT

To submit content for publication on the ROS-I blog, please email matt.robinson <at> rosindustrial.org (North America) or thilo.zimmermann<at> ipa.fraunhofer.de (Europe), or ros-i_asia@artc.a-star.edu.sg (Asia Pacific).

ROS Bridges for Common Field Busses

February 23, 2016

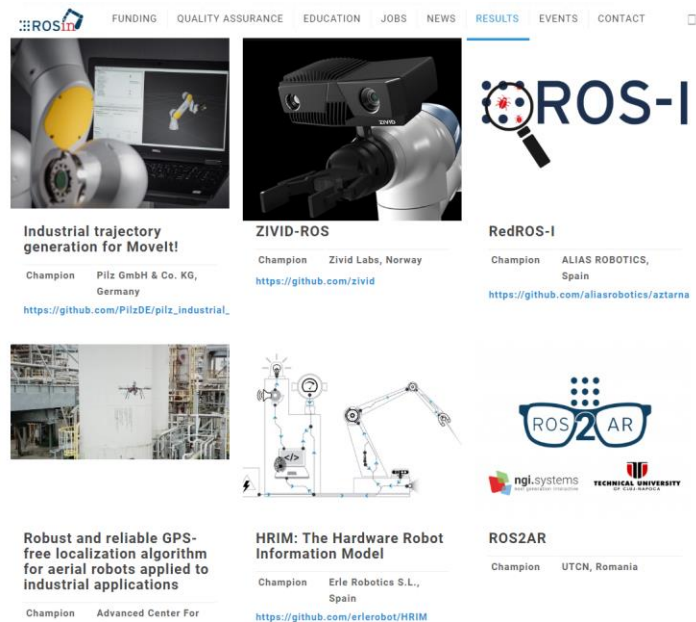
Hardware interfaces are particularly important for any future integration of ROS-I with production systems. During 2015, we noted four new repositories emerged that span the range of prominent industrial field busses:

- CANOPEN™: CANOPEN is a fieldbus with origins in automotive applications (CAN), but applied to automation. We are grateful for the efforts of Mathias Lüdtké and Florian Weisshardt from Fraunhofer IPA for the [ros_canopen](#) package.
- EtherNet/IP™: EtherNet/IP is an Ethernet-based real-time communication bus standard that was created by Allen-Bradley (Rockwell Automation). Thank you ClearPath Robotics for developing and releasing a ROS driver for [EtherNet/IP](#).
- EtherCAT™: Probably the first fieldbus supported in ROS for the PR2, EtherCAT is an Ethernet-based realtime communication bus standard that was created by Beckhoff Automation. We appreciate Intermodalics for maintaining the [EtherCAT](#) package for ROS.
- PROFINET™: PROFINET, an open automation standard and part of IEC 61158 is fully compatible with all the features of standard Ethernet, and also capable of real-time performance. We recognize the efforts of [package](#) developer Frantisek Durovsky from the Technical University of Kosice in Slovakia along with his mentor Shaun Edwards (SwRI), the financial support of Google Summer of Code program, and technical support from Siemens.

出典 : <https://rosindustrial.org/news/2016/2/23/ros-bridges-for-common-field-busses>

産業利用に特化したROSアプリ

- ROSIN

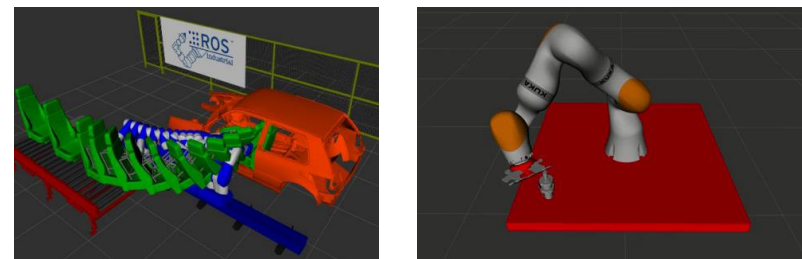


The screenshot shows the ROSIN website with a navigation bar including FUNDING, QUALITY ASSURANCE, EDUCATION, JOBS, NEWS, RESULTS, EVENTS, and CONTACT. Below the navigation bar are several featured projects:

- Industrial trajectory generation for MoveIt!**: Champion: Pilz GmbH & Co. KG, Germany. https://github.com/PilzDE/pilz_industrial
- ZIVID-ROS**: Champion: Zivid Labs, Norway. <https://github.com/zivid>
- RedROS-I**: Champion: ALIAS ROBOTICS, Spain. <https://github.com/aliasrobotics/azarna>
- ROS2AR**: Champion: UTCN, Romania.
- HRIM: The Hardware Robot Information Model**: Champion: Erle Robotics S.L., Spain. <https://github.com/erlebot/HRIM>

出典 : <https://rosin-project.eu/>

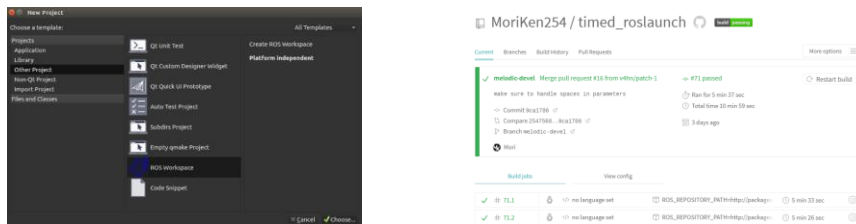
- trajopt_ros, tesseract



出典 : https://github.com/ros-industrial-consortium/trajopt_ros

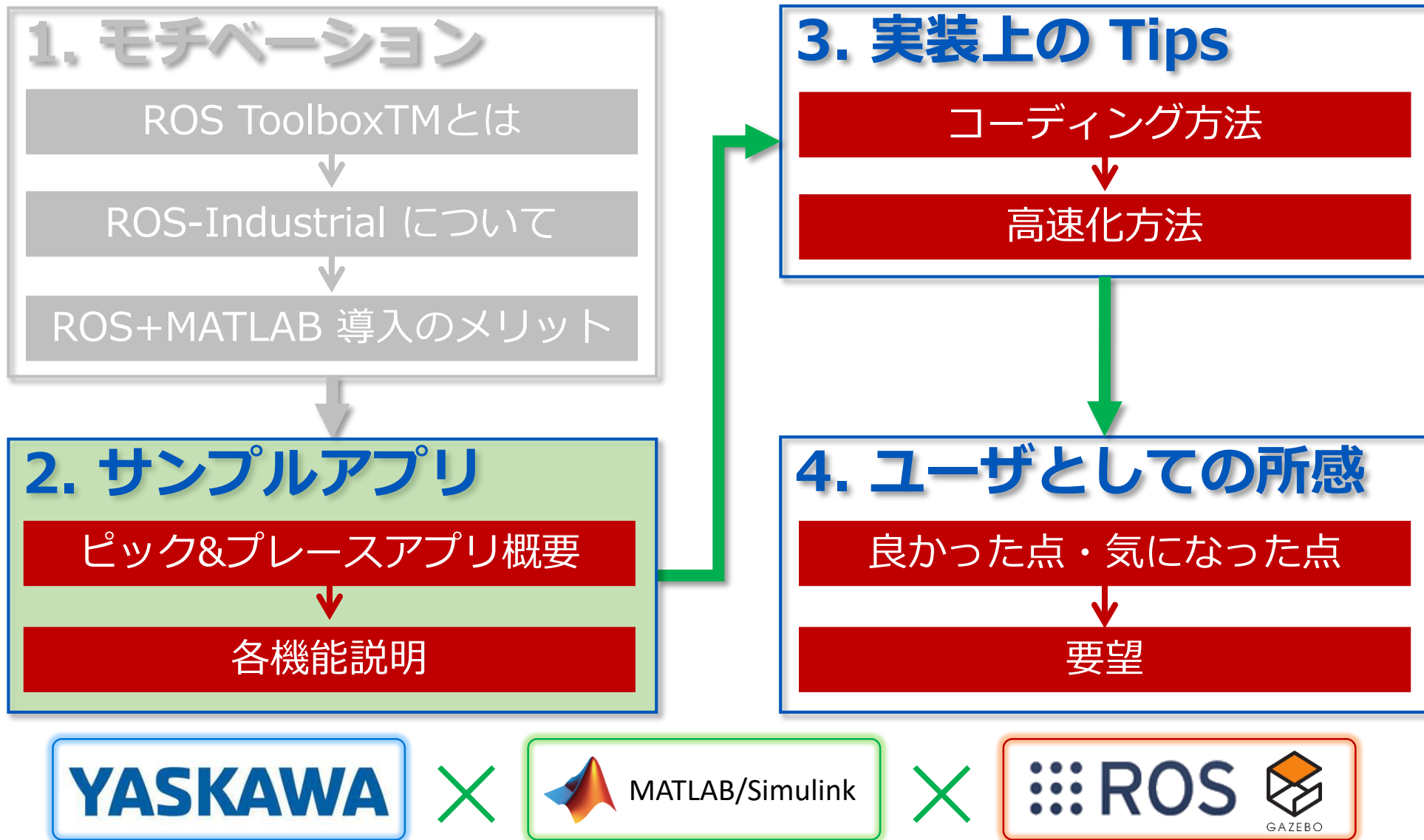
開発を効率化する環境の提供

- QtCreator ROS
- industrial_ci



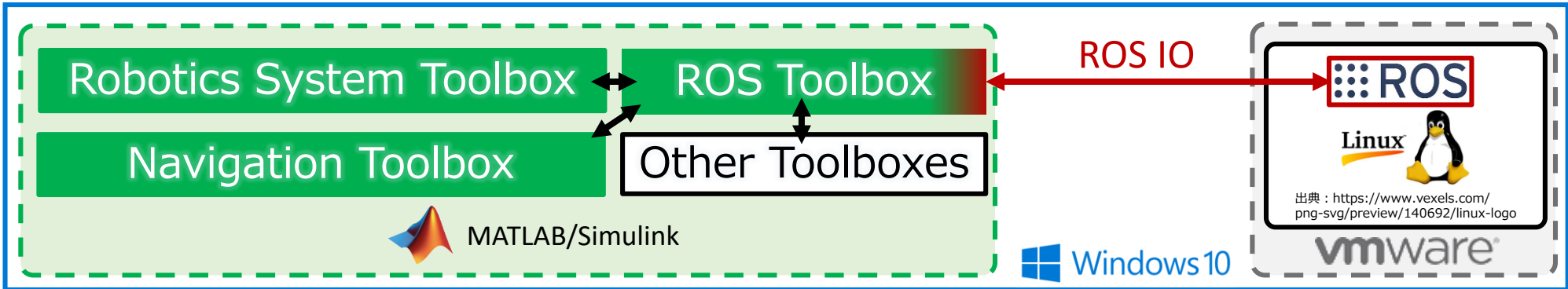
出典 : <https://ros-qtc-plugin.readthedocs.io/en/latest/index.html>, <https://travis-ci.org/>

アウトライン



サンプルアプリ・デモ

Windows : Microsoft Corporation の商標
Linux : Torvalds, Linus氏 の商標
VMware: VMware, Inc の商標



今回は機能
検証のため
処理の殆どを
MATLAB
/Simulink
で実装

The MATLAB Simulink interface displays a state controller block diagram. The diagram includes blocks for **Motion Planner**, **Object Detector**, **State Controller**, and **Robot ROS Interface1**. It shows the flow of data between these components, including signals like **plannerResponse**, **userCommands**, **objectDetected**, **goalReached**, and **armCommand**. The interface also shows a 3D visualization of a robot arm in a simulated environment.

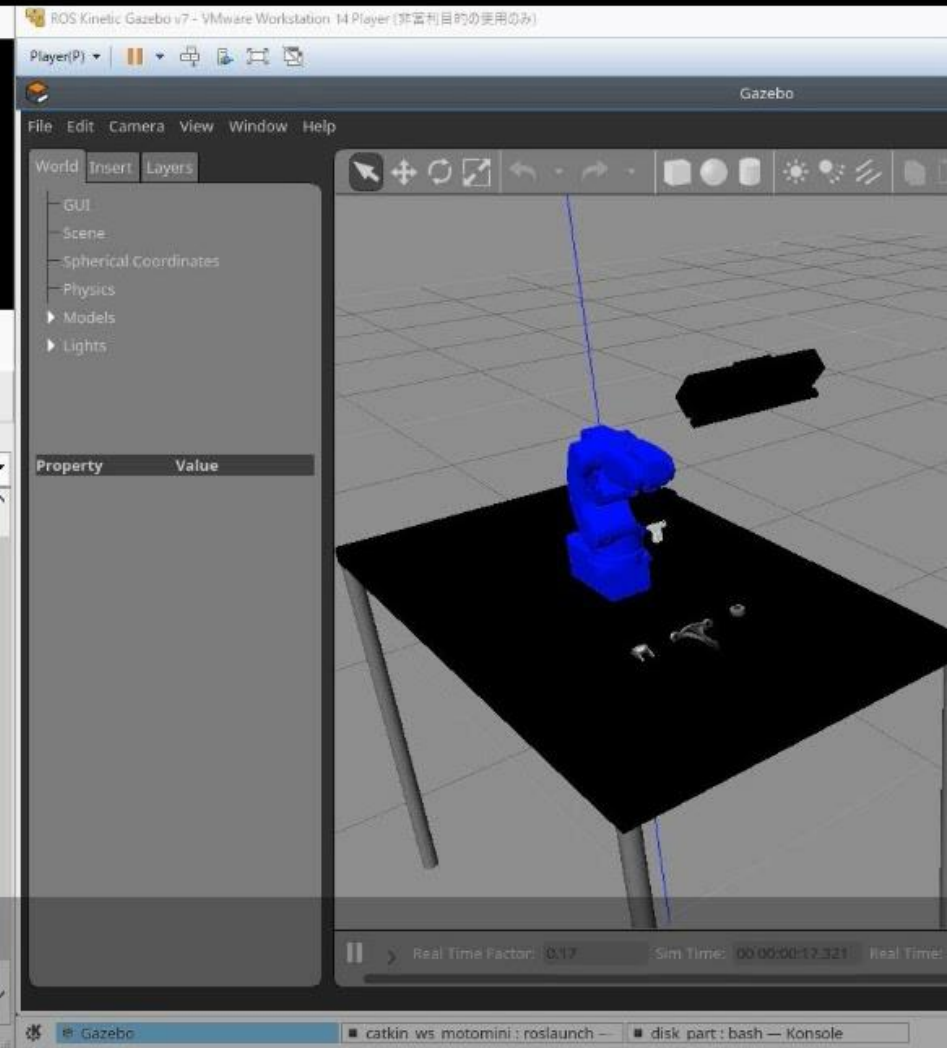
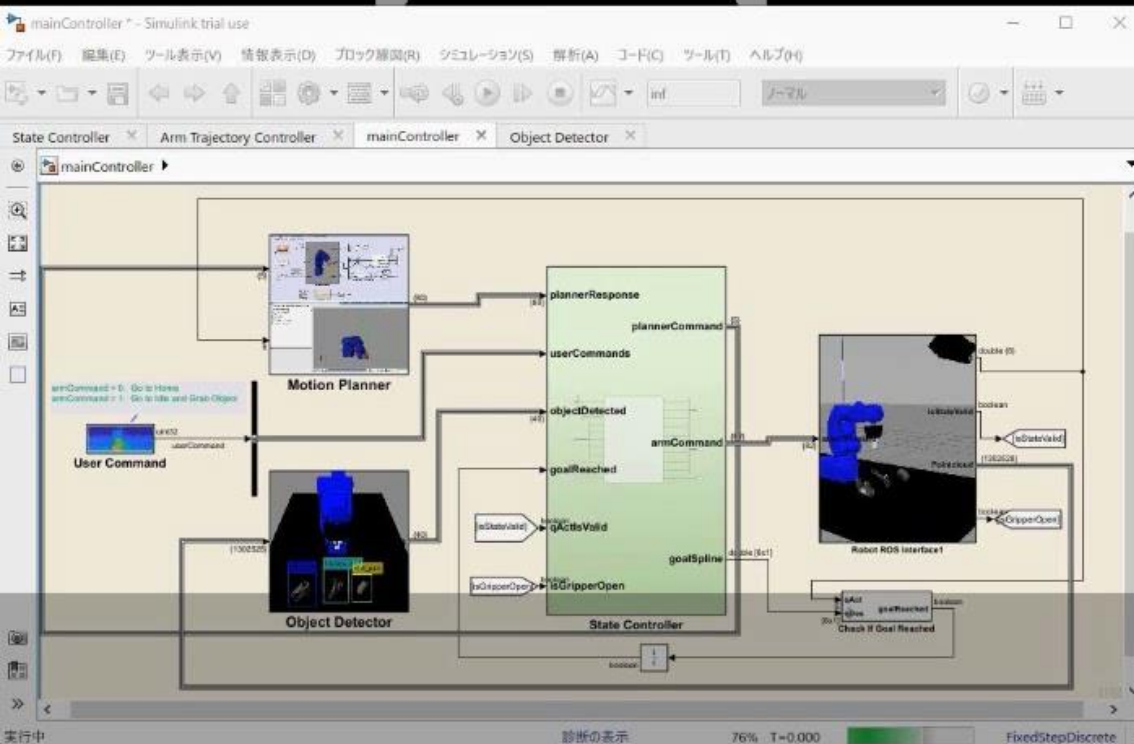
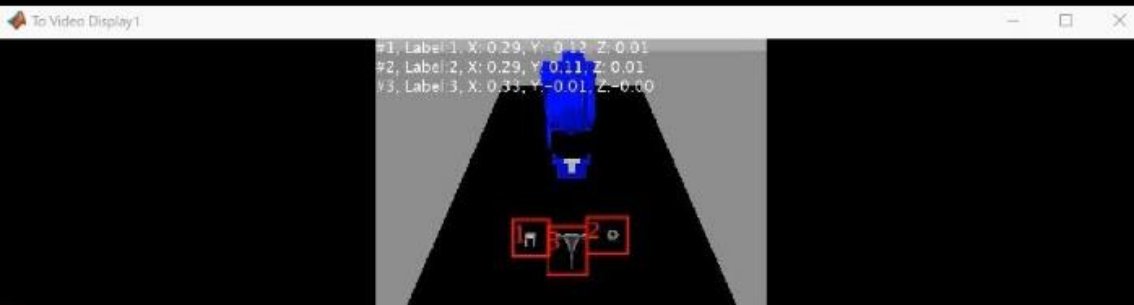
物体認識
結果

状態制御
ブロック図

The Gazebo simulation environment shows a blue robot arm on a black table. The interface includes a **ROS** logo, a **GAZEBO** logo, and a **シミュレータ** (Simulator) label. The simulation is running on **ROS Kinetic Gazebo v7 - VMware Workstation 14 Player**. The status bar at the bottom shows **Real Time Factor: 0.17**, **Sim Time: 00:00:00:17.321**, and **Real Time**.

シミュレータ

サンプルアプリ・デモ



サンプルアプリ全体像

説明の流れ

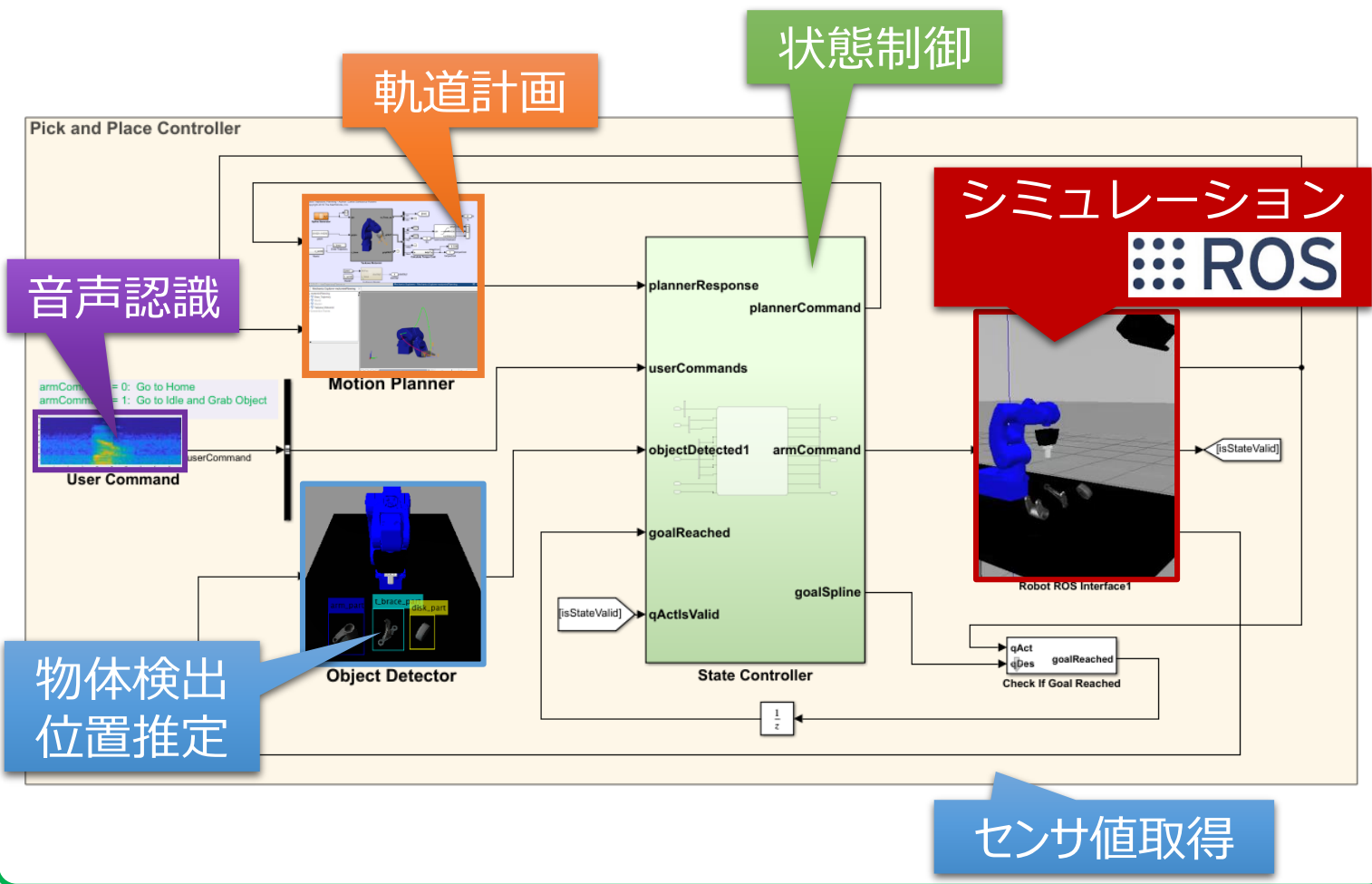
1. 物体検出
位置推定

2. 軌道計画

3. 音声認識

4. 状態制御

ブロック図 (Simulink モデル参照)



サンプルアプリ全体像：1. 物体検出・位置推定

説明の流れ

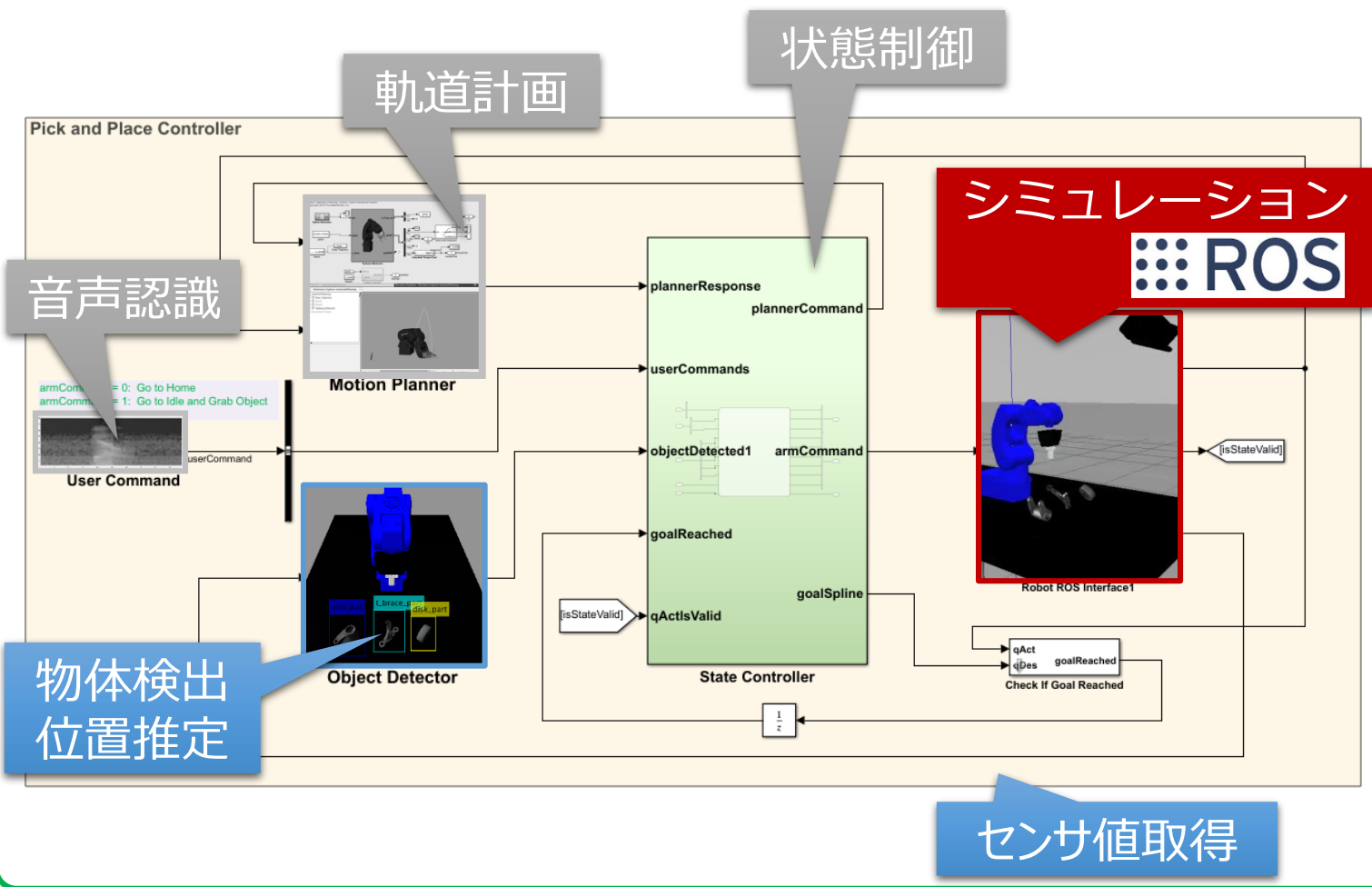
1. 物体検出
位置推定

2. 軌道計画

3. 音声認識

4. 状態制御

ブロック図 (Simulink モデル参照)



物体検出+位置推定のフロー

ROS→MATLAB変換

物体検出結果

物体位置

軌道計画へ

センサ情報 ROS

- 実機 or シミュレータ



ROS Toolbox™

物体検出 MATLAB Simulink

- RGB画像を使用
- YOLOv2による検出



Deep Learning Toolbox™
Computer Vision Toolbox™

位置推定 MATLAB Simulink

- 深度画像を使用
- 三次元位置を取得

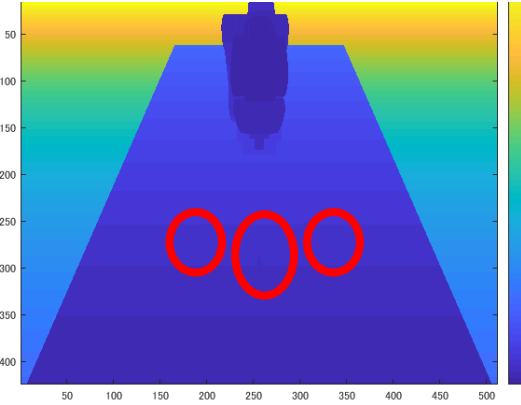


Image Processing Toolbox™
Computer Vision Toolbox™

YOLOv2 ラベル+バウンディングボックスの学習

学習データの準備

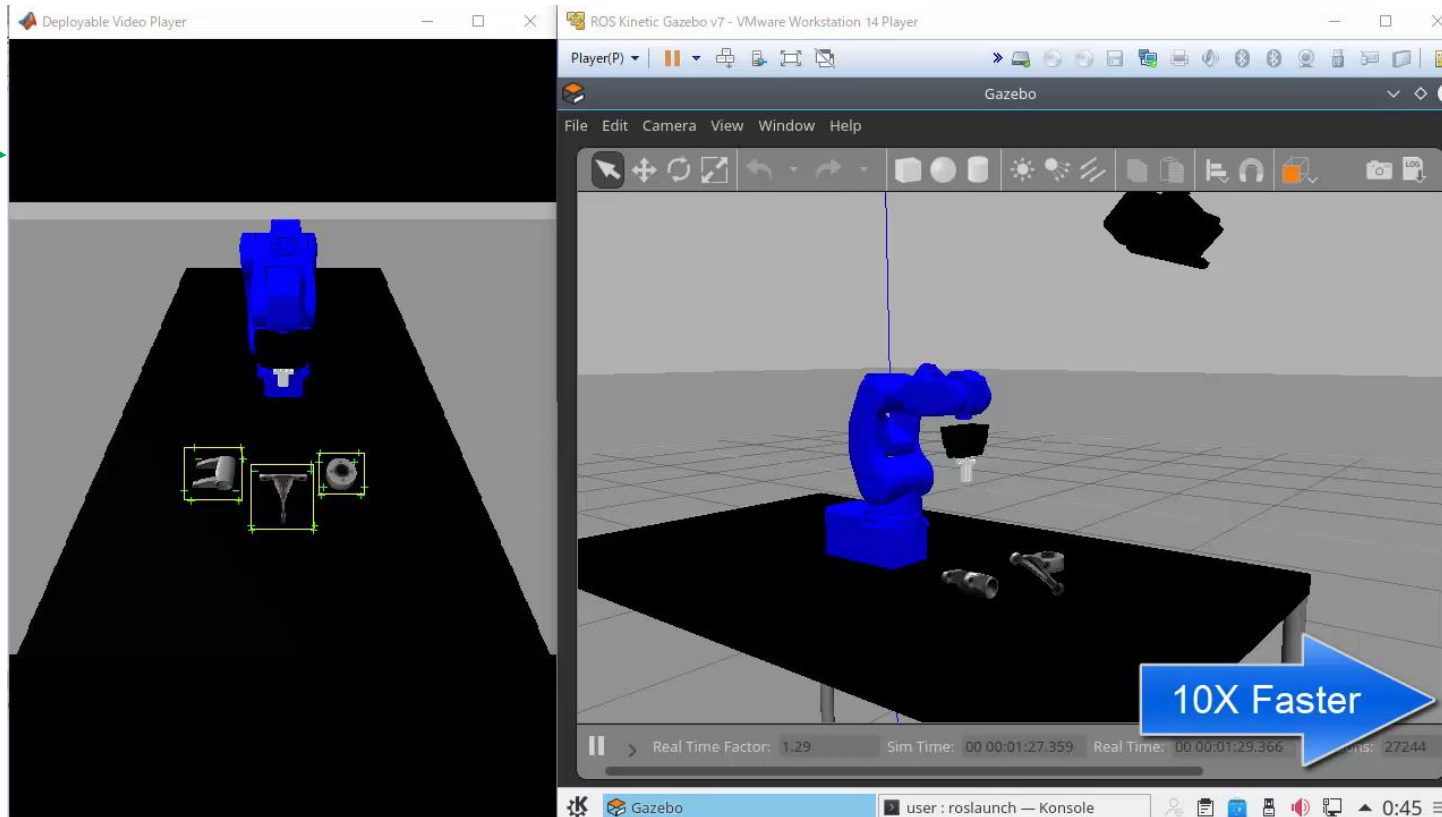


- MATLAB からワーク位置をランダム配置
- 様々な姿勢ワーク画像を自動取得
- バウンディングボックス+ラベルも自動作成

ROS シミュレータ



- MATLAB の指示に従いワーク再配置
- 画像を取得して MATLAB に送信



サンプルアプリ全体像 : 2. 軌道計画

説明の流れ

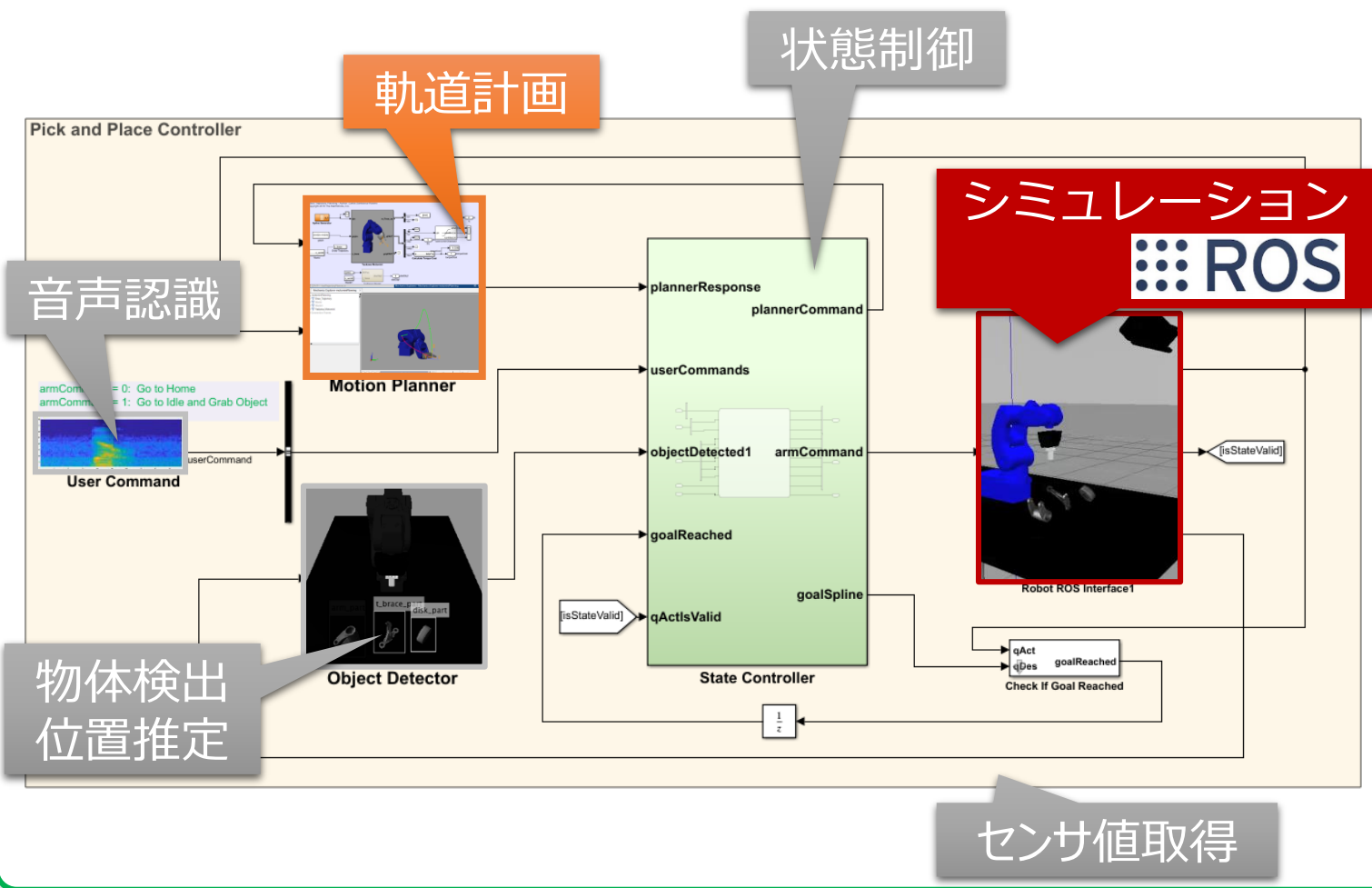
1. 物体検出
位置推定

2. 軌道計画

3. 音声認識

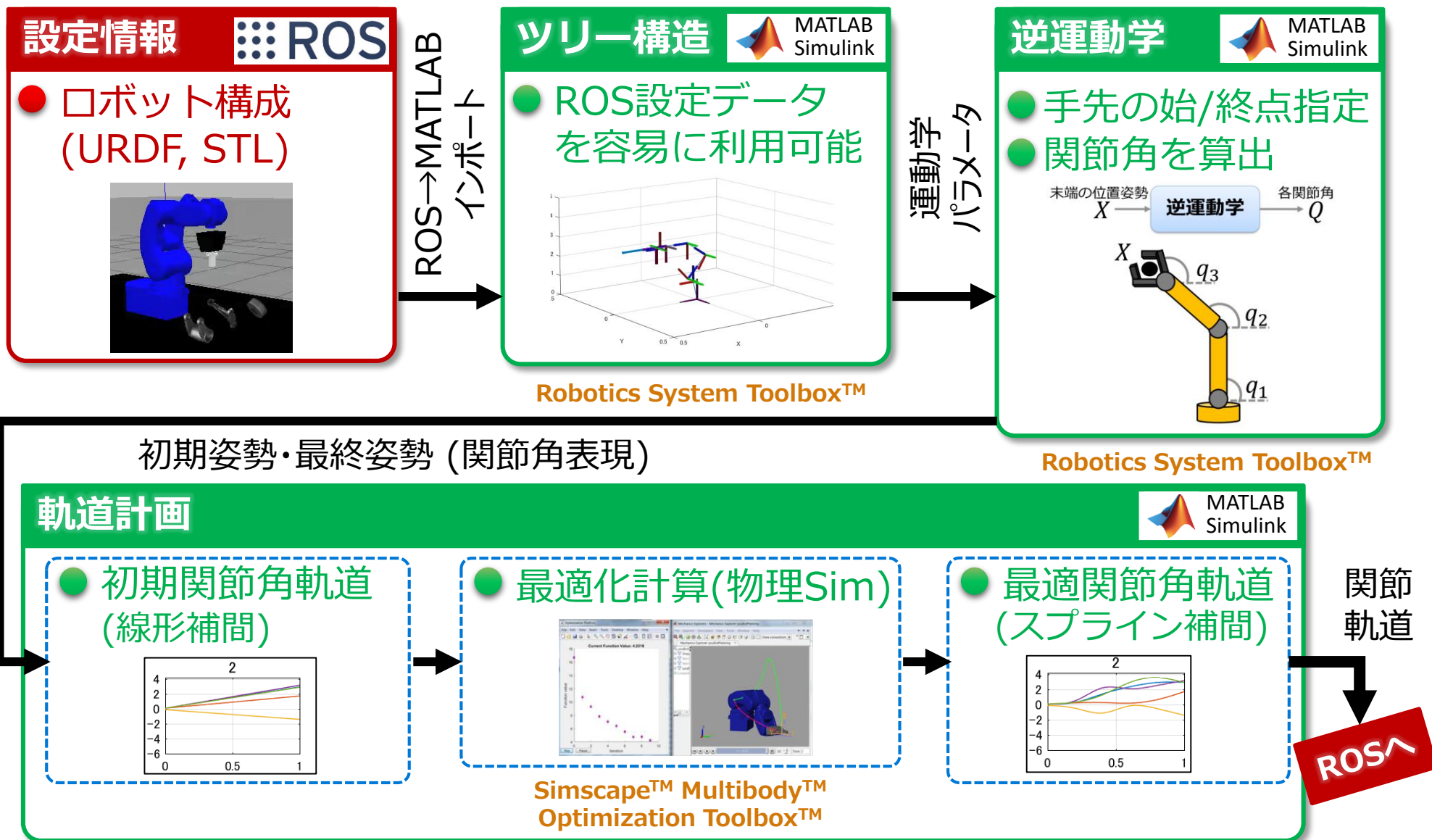
4. 状態制御

ブロック図 (Simulink モデル参照)

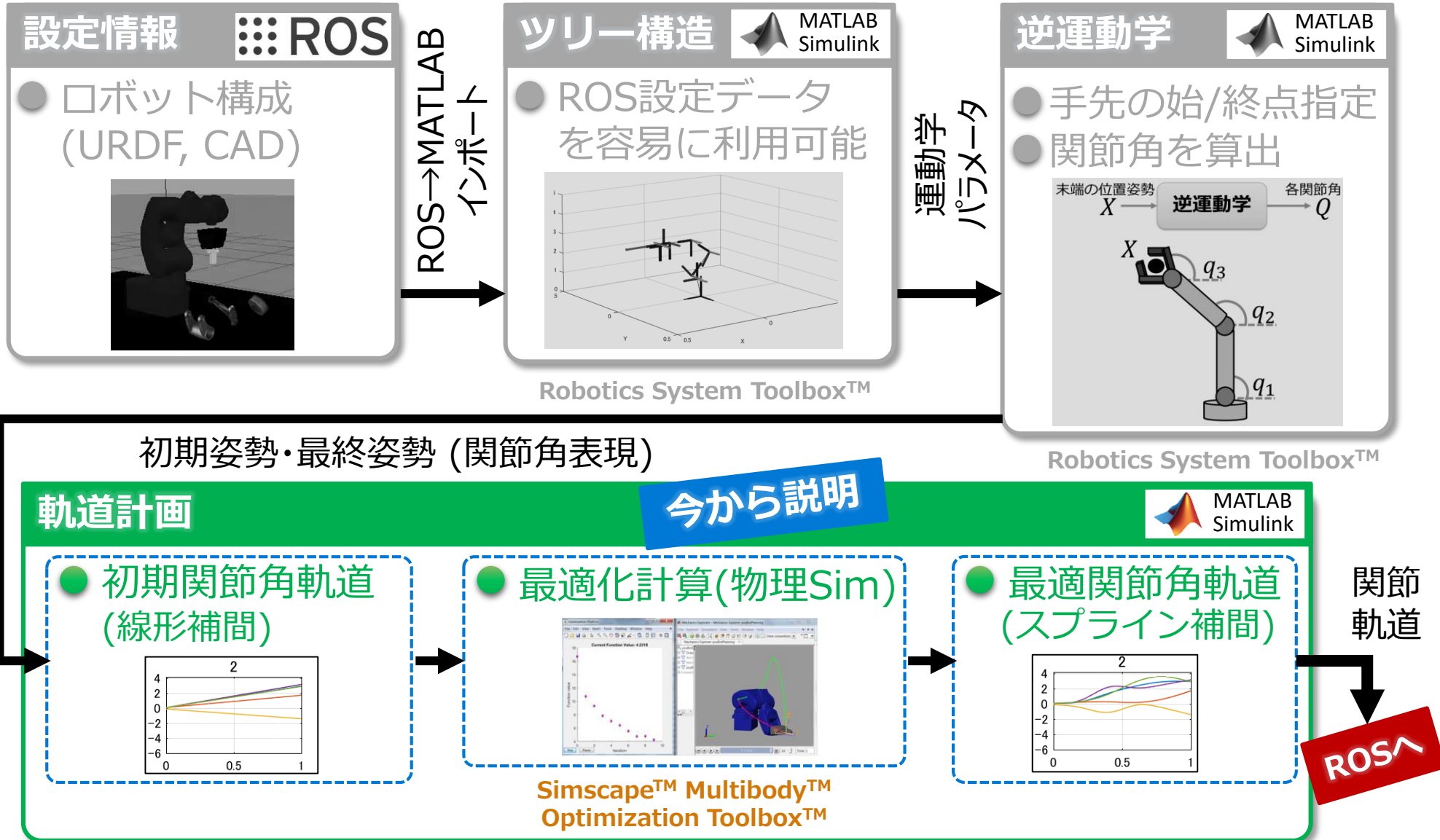


軌道計画のフロー

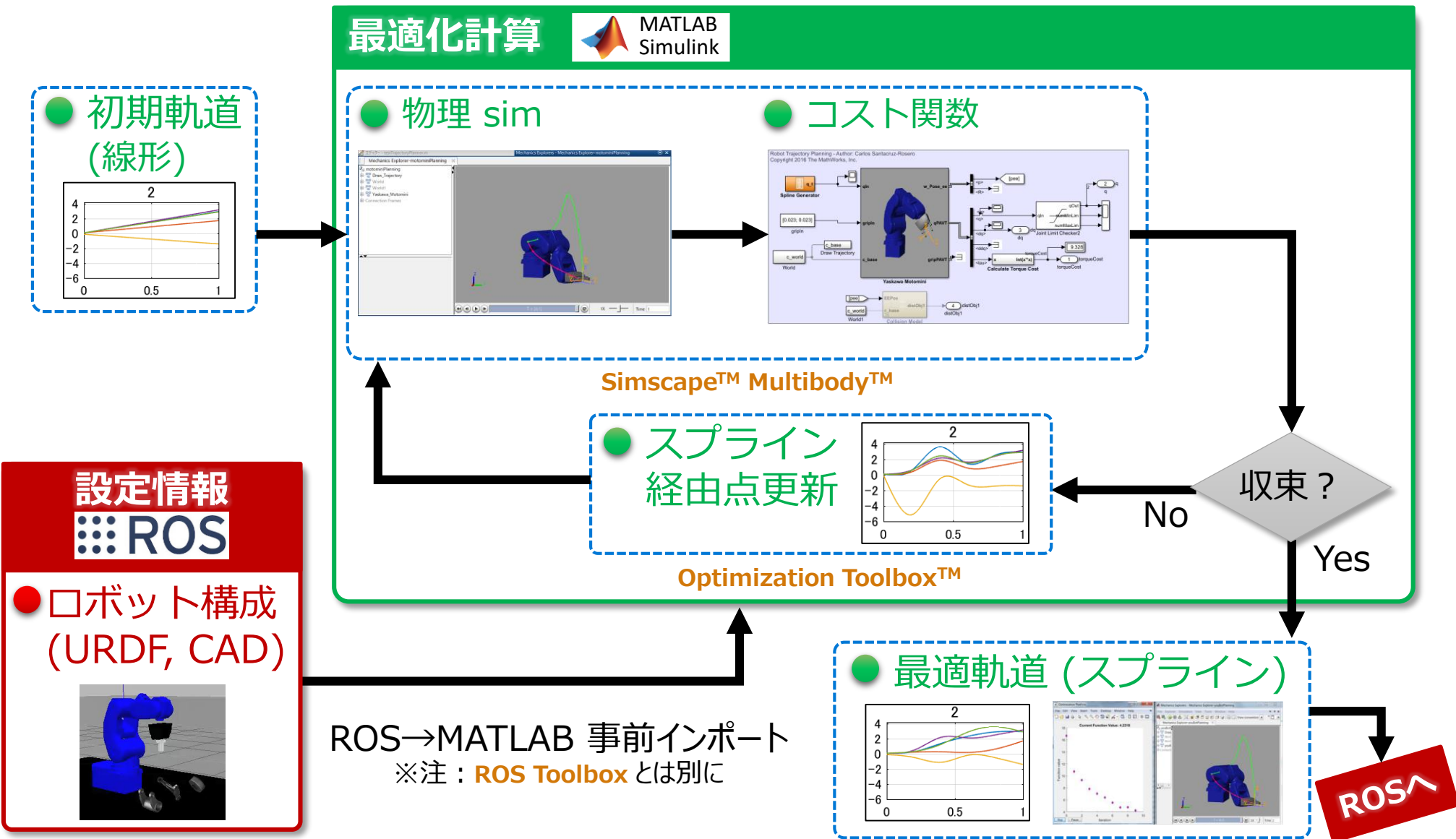
URDF: ロボットモデル記述フォーマット
STL: CADモデル記述フォーマット



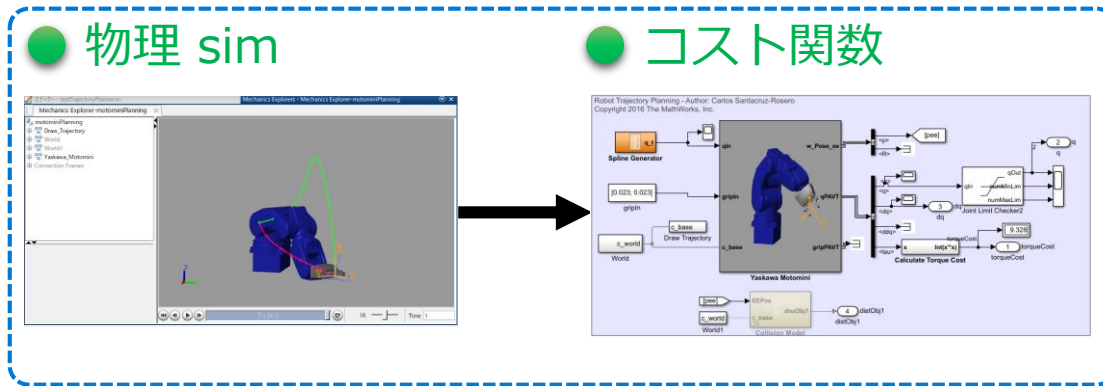
軌道計画のフロー：本日説明する内容



最適化部のフロー



最適化部のフロー：主要ポイントの説明

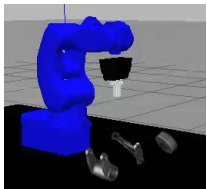


Simscape™ Multibody™

設定情報

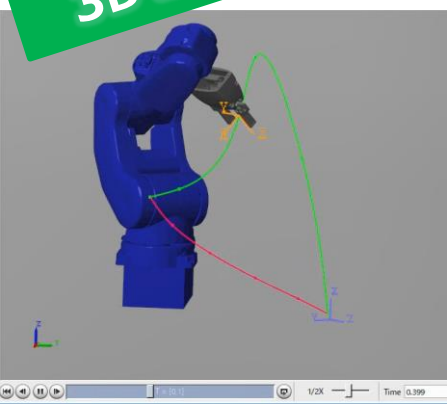
ROS

- ロボット構成 (URDF, CAD)

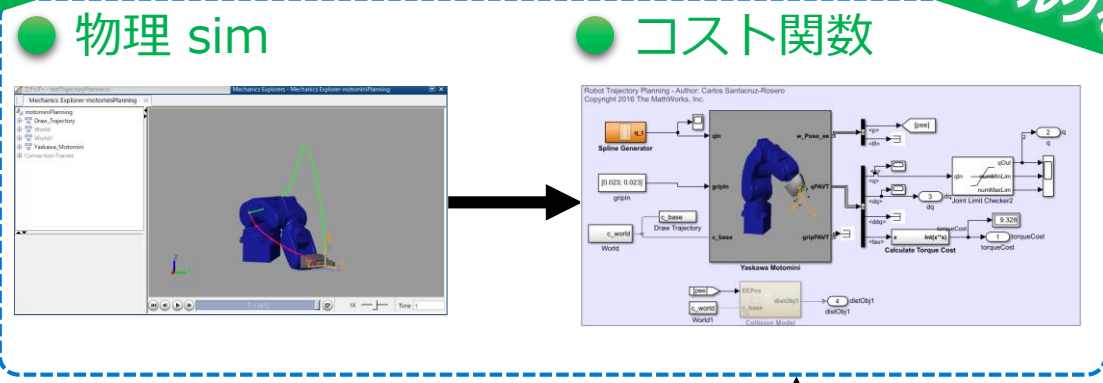
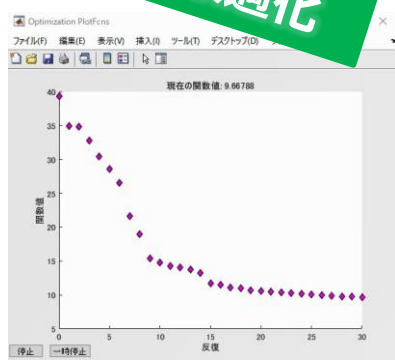


最適化部のフロー：主要ポイントの説明

逆動力学シミュレーション
3Dモーションの可視化



シミュレーションでトルク算出
総トルクをコストとし最適化



Simscape™ Multibody™ URDF

設定情報
ROS

● ロボット構成 (URDF, CAD)

CADインポート MATLAB Simulink

URDFインポート MATLAB Simulink

端子F 端子C 端子R 回転ジョイント

剛体
Body Elements, Inertia, Solid

拘束
Constraints, Angle Constraint, Distance Constraint

力・トルク
Forces and Torques, Internal Force Inverse Square Law Force

座標・座標変換
Frames and Transforms, Reference Frame, Rigid Transform

ROS情報のインポート機能により連携が容易

サンプルアプリ全体像：3. 音声認識

説明の流れ

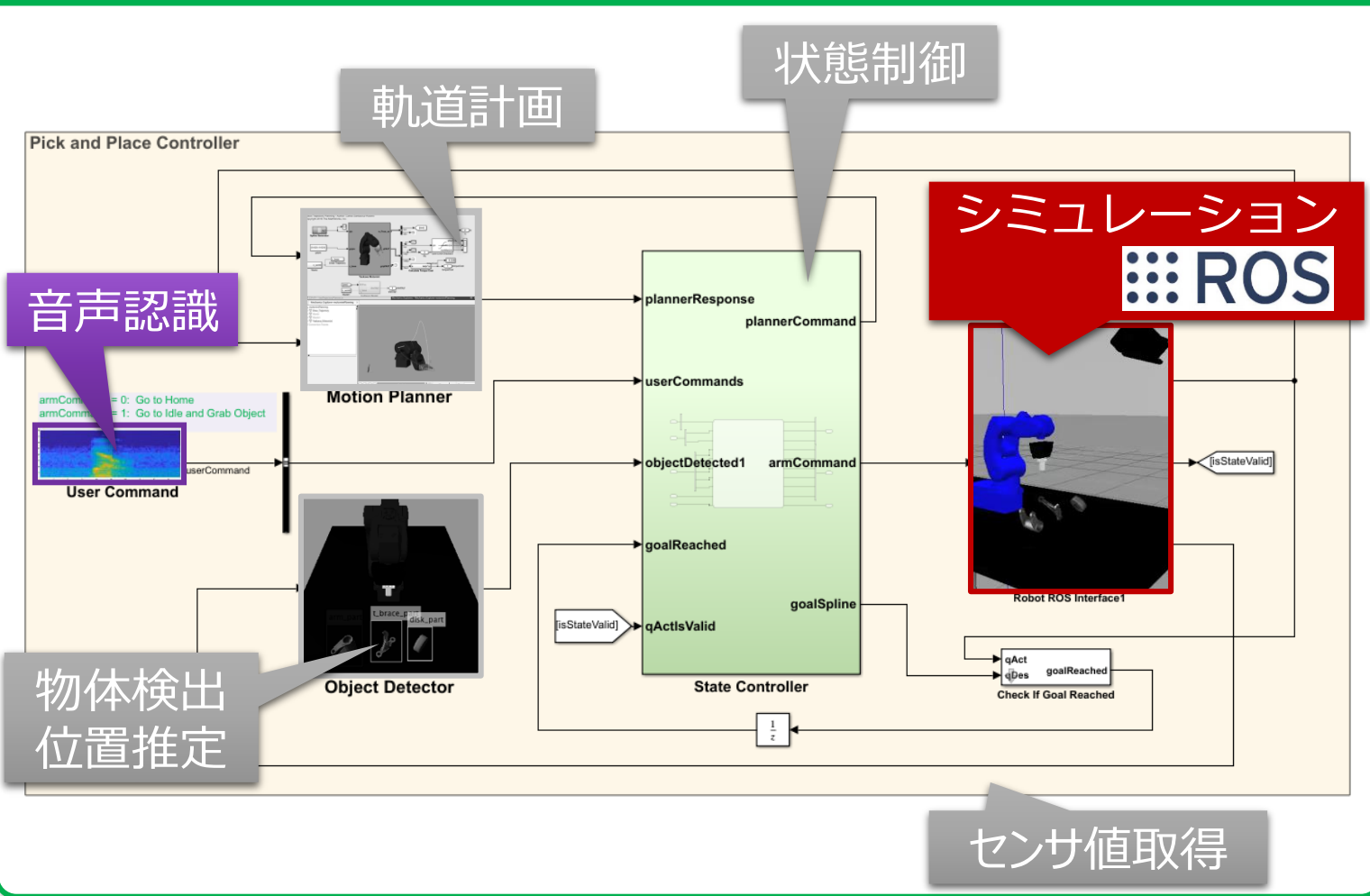
1. 物体検出
位置推定

2. 軌道計画

3. 音声認識

4. 状態制御

ブロック図 (Simulink モデル参照)



音声認識のフロー

CNN: Convolutional Neural Network (深層学習の一手法)

スペクトログラム変換

単語認識結果

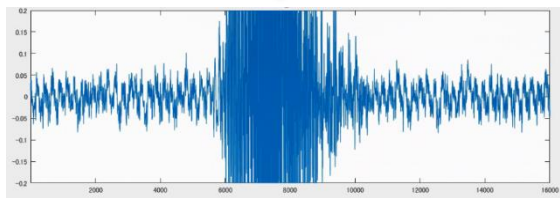
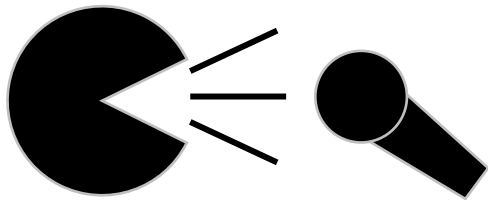
動作指示

状態制御へ

音声入力



- マイクで音声入力
- 音声信号を取得

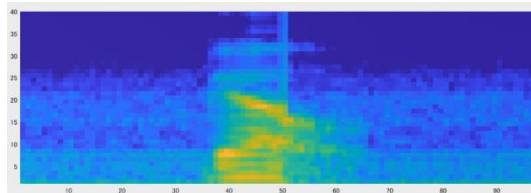


Audio Toolbox™

音声認識



- スペクトログラム画像
- CNN での単語認識



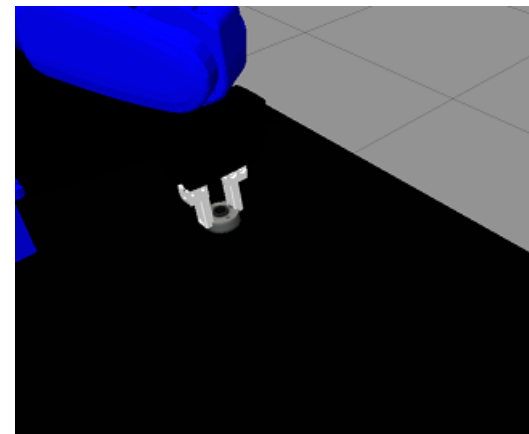
“go” “right” ...

Deep Learning Toolbox™
Audio Toolbox™

動作指令



- 指定されたワークを把持するよう動作指示生成



ROS Toolbox™

サンプルアプリ全体像：4. 状態制御

説明の流れ

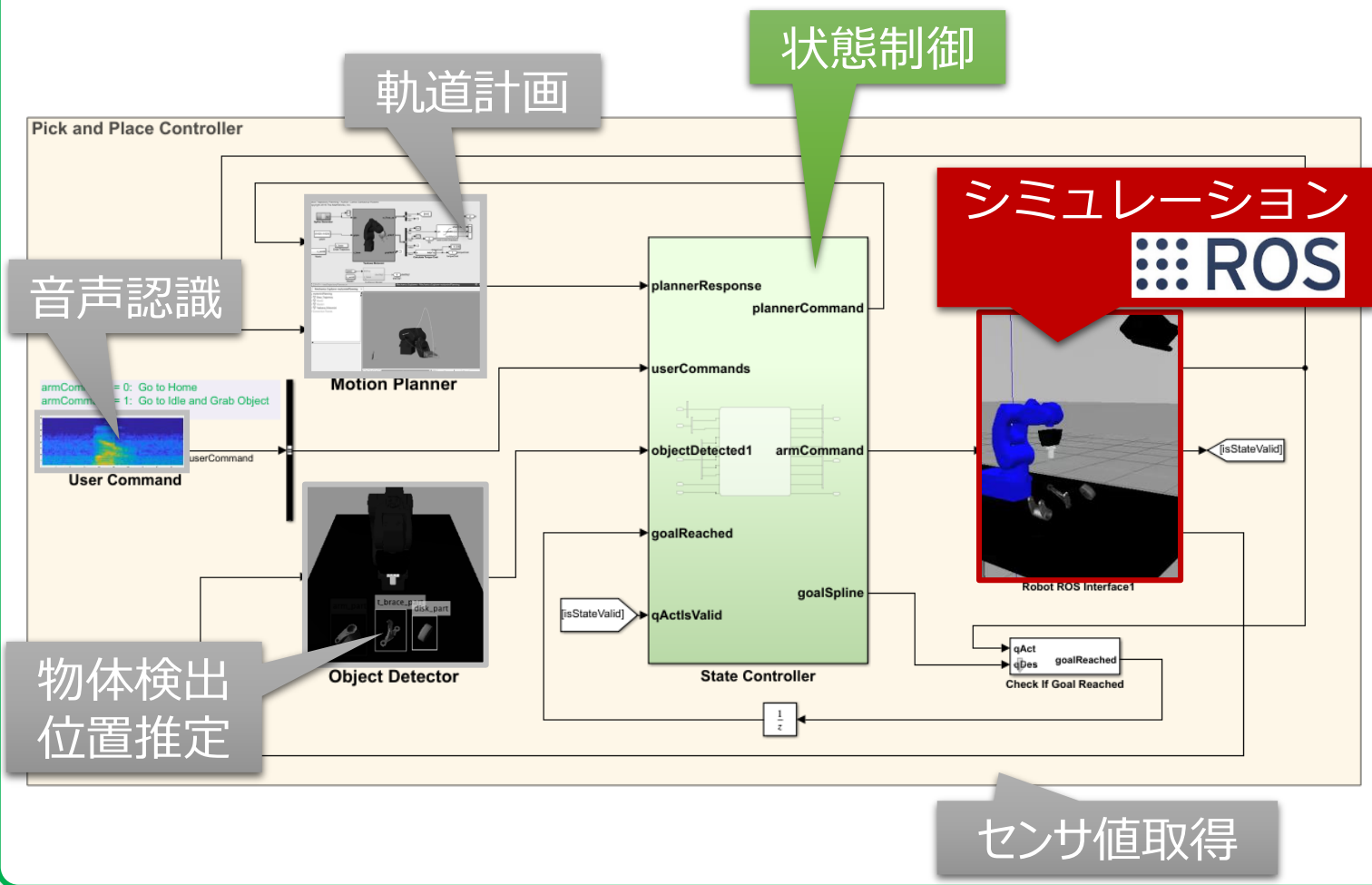
1. 物体検出
位置推定

2. 軌道計画

3. 音声認識

4. 状態制御

ブロック図 (Simulink モデル参照)



状態遷移

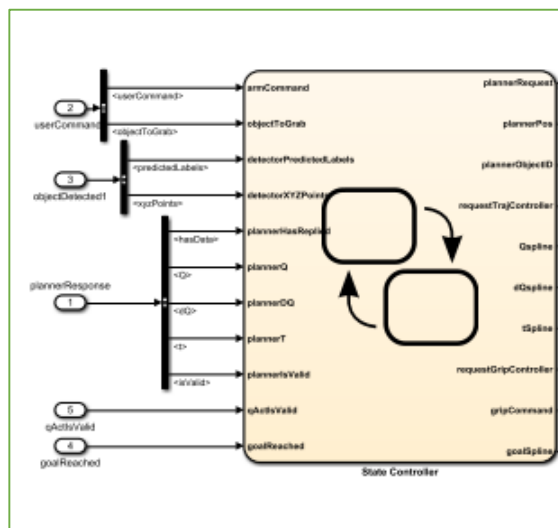
状態遷移による各コンポーネントの制御



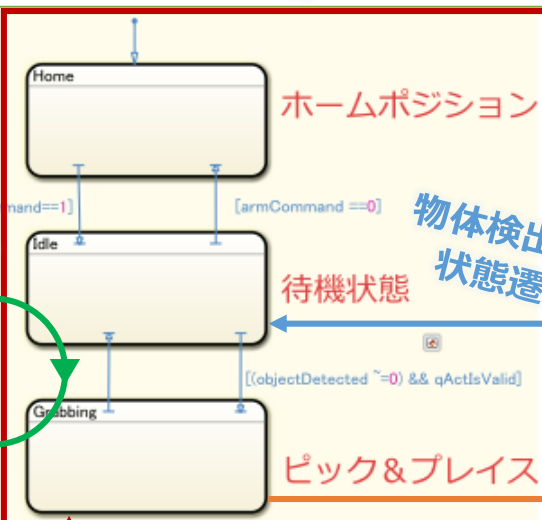
Stateflow®

● 自律制御アームロボットの状態管理

画像情報 :: ROS



物体検出 & ピック&プレースのループ

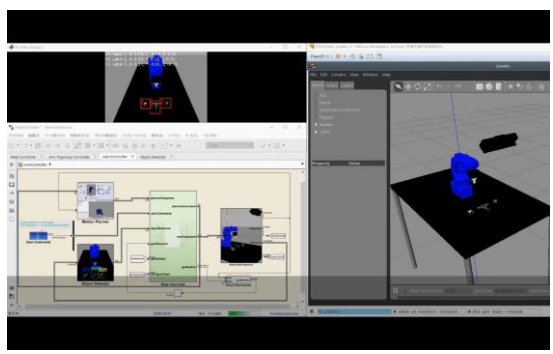


物体検出
コンポーネント

To Video Display1

物体検出時に状態遷移

物体位置を基に軌道計画



ROS
コンポーネント

ROS
ピック&プレース完了通知

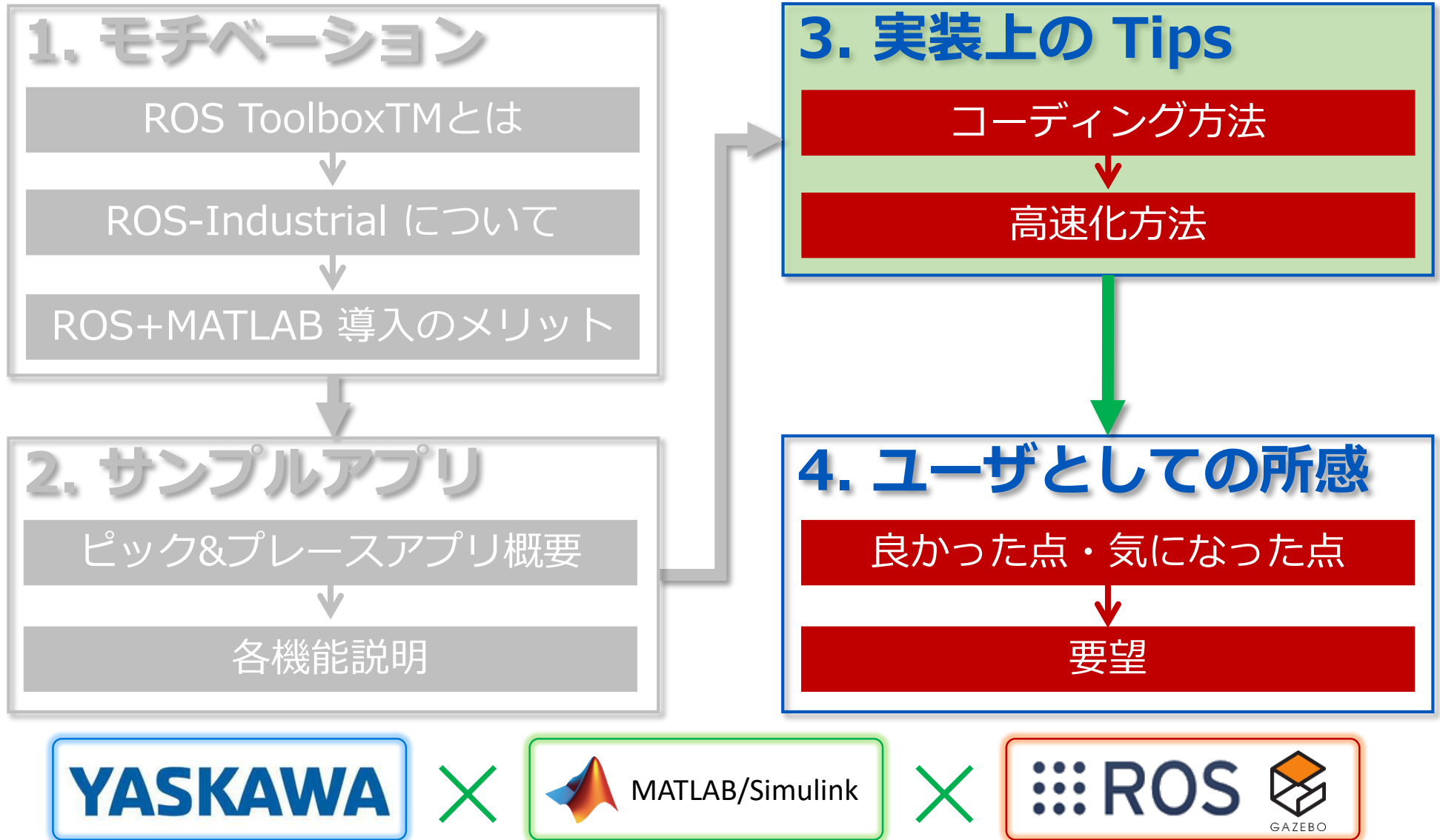
ROS
関節角軌道開閉コマンド

軌道計画
コンポーネント

Robot Trajectory Planning - Author: Carlos Serrano-Rosero
Copyright 2018, The MathWorks, Inc.



アウトライン



MATLAB のコーディング例

初期化 & ノード生成



```
rosinit('192.168.146.128') % MATLAB をROSと接続  
speechRecogNode = robotics.ros.Node('/matlab_speech_recognizer_node', ROS_master_ip); % ノード
```

Topic のパブリッシュ (音声認識の例)



```
speechResultsPub = robotics.ros.Publisher(speechRecogNode, '/speech_recognizer/speech_results', ...  
    'std_msgs/String'); % std_msgs/String 型トピックのパブリッシャを生成  
speechResultsMsg = rosmessage(speechResultsPub);  
:  
※ 音声認識時の処理を抜粋  
    speechResultsMsg.Data = word; % 認識した単語の文字列をメッセージのデータとして格納  
    send(speechResultsPub, speechResultsMsg); % パブリッシュ
```

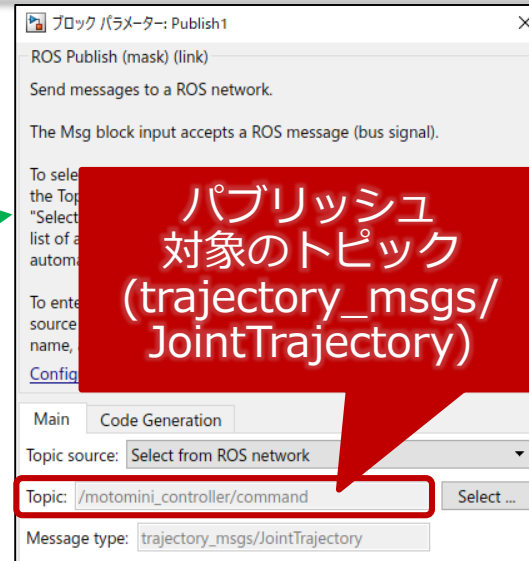
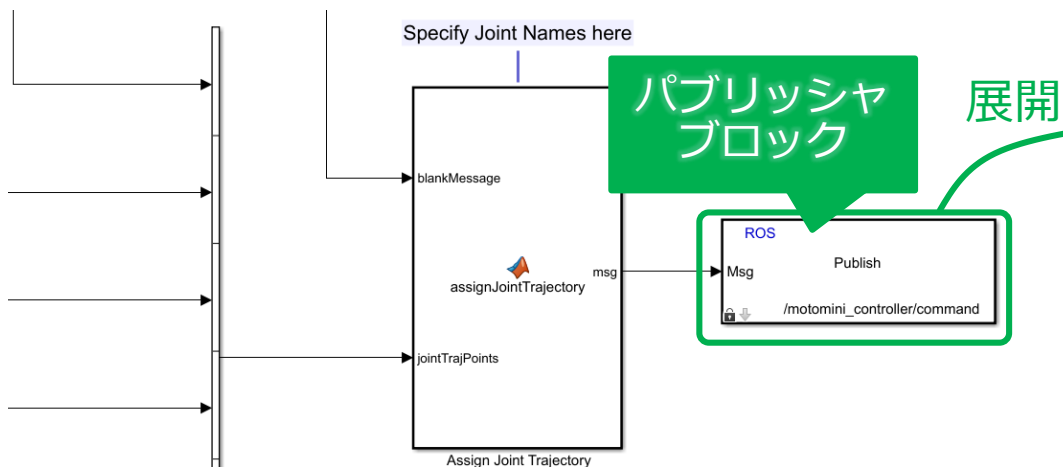
Topic のサブスクライブ (画像認識の例)



```
imSub = robotics.ros.Subscriber('/kinect2/sd/image_color'); % サブスクライバの生成(callback 無し)  
testIm = readImage(receive(imSub)); % サブスクライバの呼び出し & MATLAB画像形式変換
```

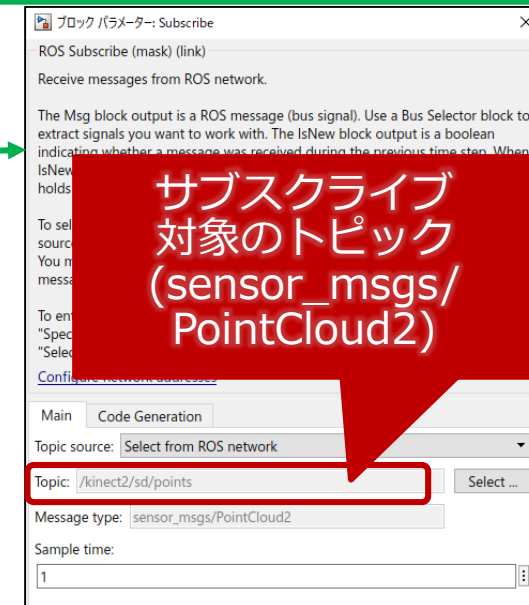
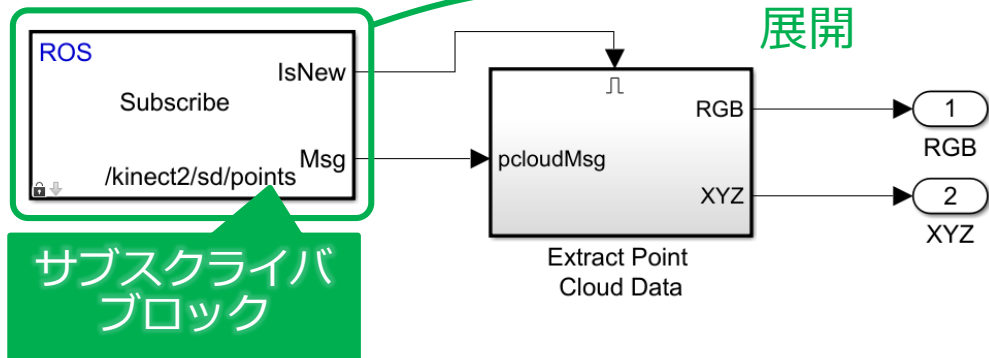
Simulink のコーディング例

Topic のパブリッシュ (経路計画の例)



パブリッシュ
対象のトピック
(trajectory_msgs/
JointTrajectory)

Topic のサブスクライブ (画像認識の例)



サブスクライブ
対象のトピック
(sensor_msgs/
PointCloud2)

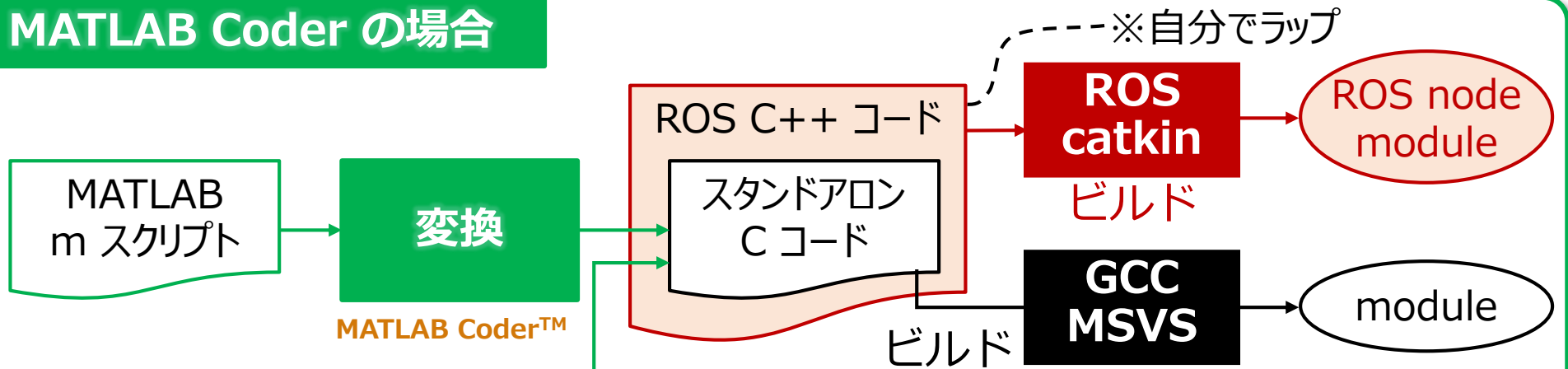
MATLAB/Simulink による処理の高速化 – 事例

Coder の活用

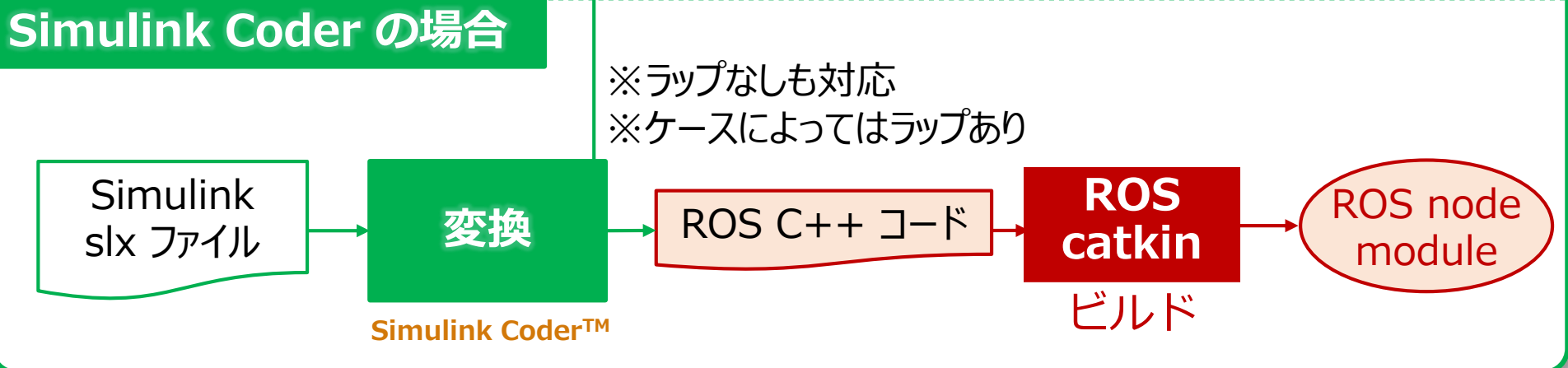


- **MATLAB Coder™, Simulink Coder™** によりCコード生成

MATLAB Coder の場合



Simulink Coder の場合



MATLAB/Simulink による処理の高速化 – 方法

経路計画の事例



- 非線形最適化は Coder により **約7倍** 高速化

4.498893 sec

0.650678 sec



- トルク計算は Coder により **約415倍** 高速化

3.806036 sec

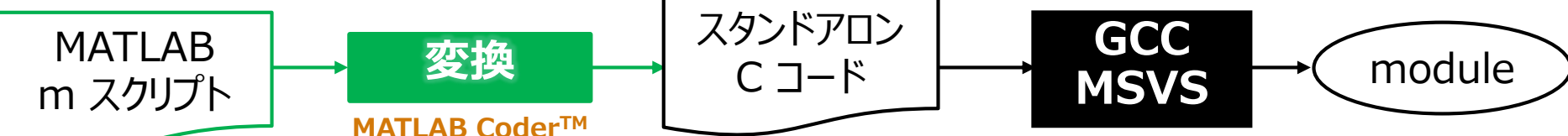
0.009433 sec



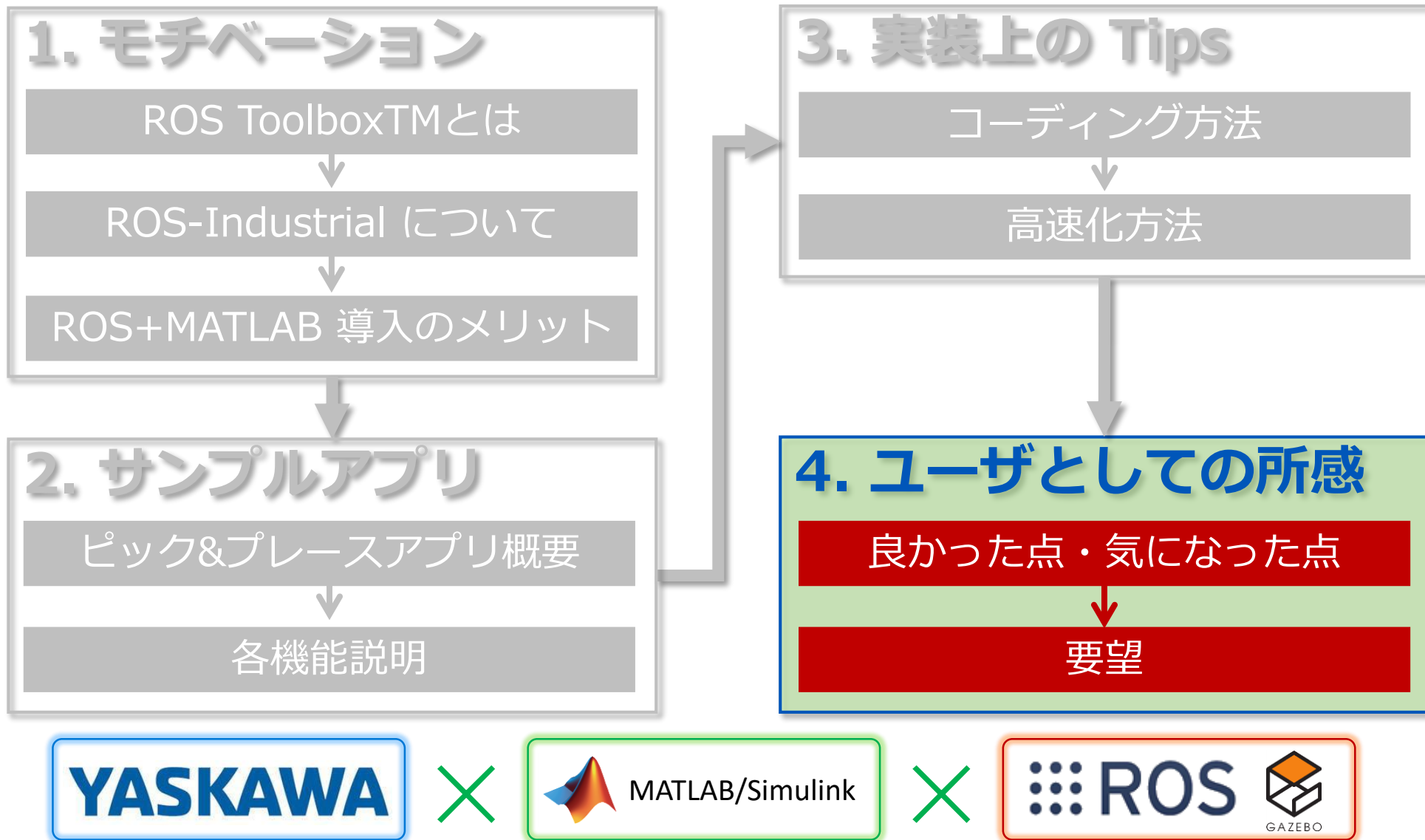
- RRT*は Coder により **約20,500倍** 高速化

3.644249 sec

0.000177 sec



アウトライン



ユーザとしての所感

良かった点

- 高度な画像認識や音声認識等高度な機能との連携が容易
- URDF, TF 等周辺ツールのIOにも対応しておりROSとの親和性が高い
- シーケンサやブロック化のGUIは StateFlow や Simulink 等に軍配
- Coderにより高速かつスタンドアロンのROS nodeが生成可能

気になった点

- Coderで変換可能な機能に制約がある
- ロボットを変更した際にチューニングを要する箇所が分散している
- 機能によってはツールボックス別にロボットモデルを読み込む必要あり

こんなことができれば嬉しい

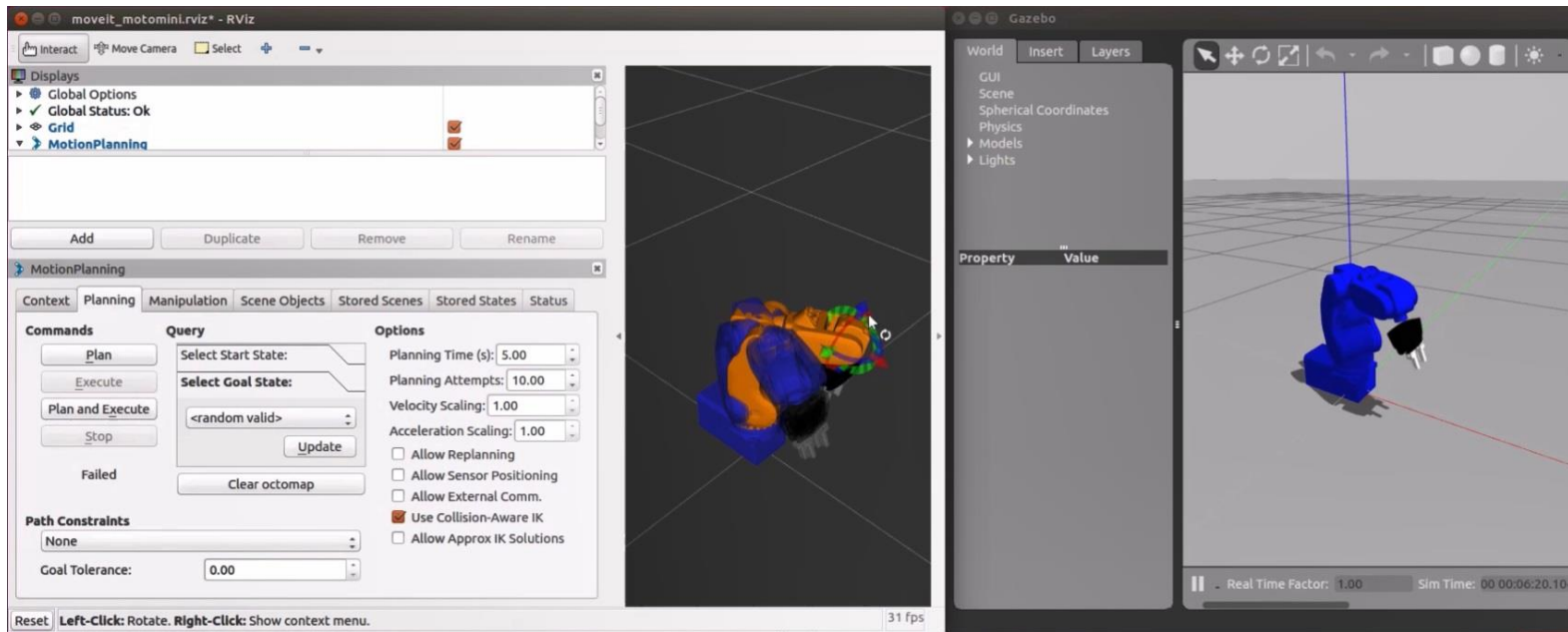
- MATLAB のモータ等のモデルを Gazebo プラグインとして出力
- 経路計画部をMoveIt!プラグインとして出力
- VMWareなしで ROS と MATLAB が連携する事例を見たい
→ 現状は ROS が VM 上の Linux で動作する場合のチュートリアルのみ
- 複数の手法による経路を同時に表示する機能が欲しい

コード

- ROS MotoMINI ROS package

- https://github.com/ntl-ros-pkg/motoman_apps

九工大西田研の学生が作成したOSS

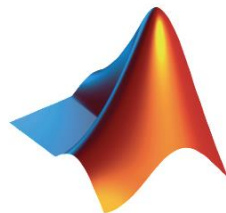


- MATLAB/Simulink

- https://github.com/ntl-ros-pkg/Matlab_ROS_PickPlace

Mathworks 技術者が作成したOSS

YASKAWA



MATLAB/Simulink



ROS



GAZEBO

