

TIER IV ACADEMY

自動運転システム構築塾

Day2 ROS 演習

ROS演習 3 : ROS 2.0 の最新動向について

この演習について

ROS 演習 1 : catkin ビルドシステム

ROS 演習 2 : ノードの作成とトピックの配信・購読

✓ ROS 演習 3 : ROS2.0 の最新動向について

ROS 演習 4 : TF の作成

ROS 演習 5 : RViz での表示

-
- ROS 演習 1 ～ 5 ではROSの基本的な要素技術を学習
 - ROS 演習 3 : ROS2.0の最新動向について
 - ROS
 - ✓ ROSの概要
 - ✓ ROSの機能・ツール群の紹介
 - ROS2
 - ✓ ROS2とは？
 - ✓ ROS2の中核を担うDDSについての紹介

目次

第 1 章 : ROS (Robot Operating Systems)

1. ROS とは
2. 特長

第 2 章 : ROS 2.0

1. コンセプト
2. DDS
3. 構成

第 3 章 : まとめ

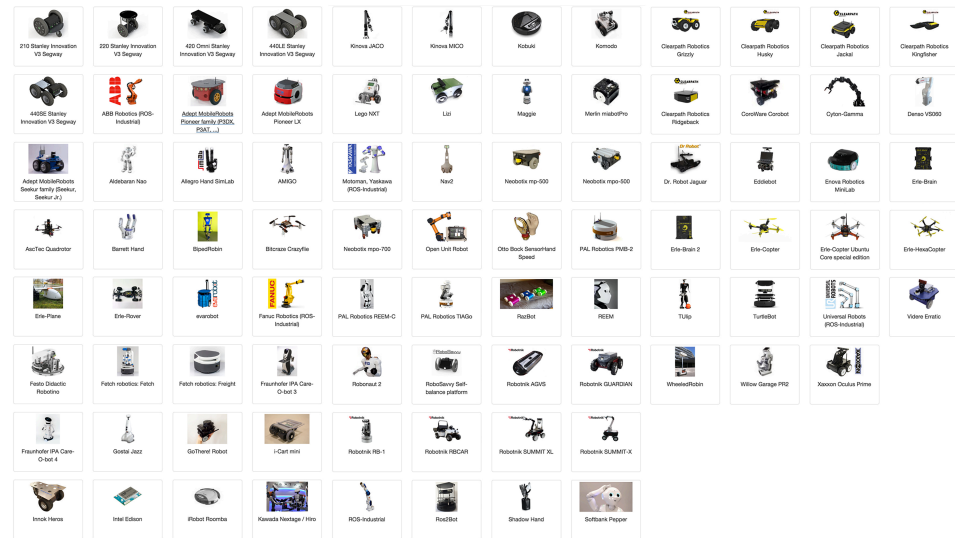
ROS演習 3 : ROS 2.0 の最新動向について

第 1 章 : ROS (Robot Operating Systems)

1. ROSとは

ハードウェアの抽象化、デバイスドライバ、ライブラリ、視覚化ツール、
データ通信、パッケージ管理 ...etc

- 豊富な対応ロボット・センサ
- オープンソース
- サポート言語 : C++, Python
- 管理団体 : OSRF
- 対応OS : Linux



Open Source Robotics Foundation

自動運転システムにおけるROS (1/2)

ITS
(Intelligent Transport Systems)

+
Internet

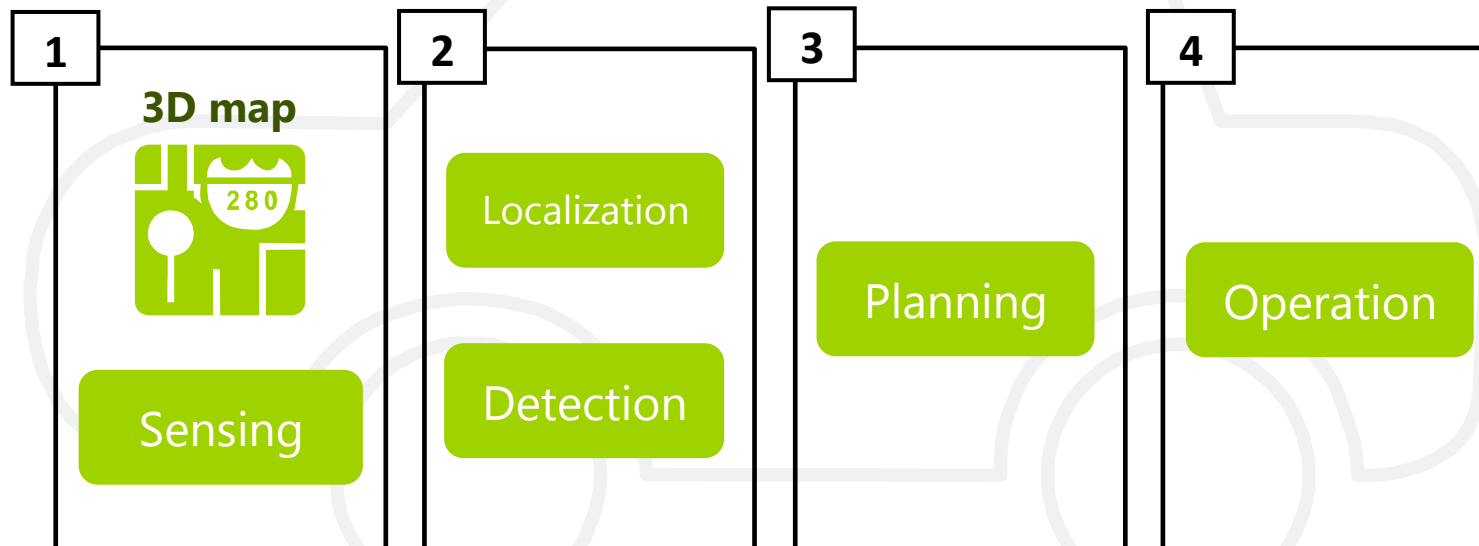


International cooperation

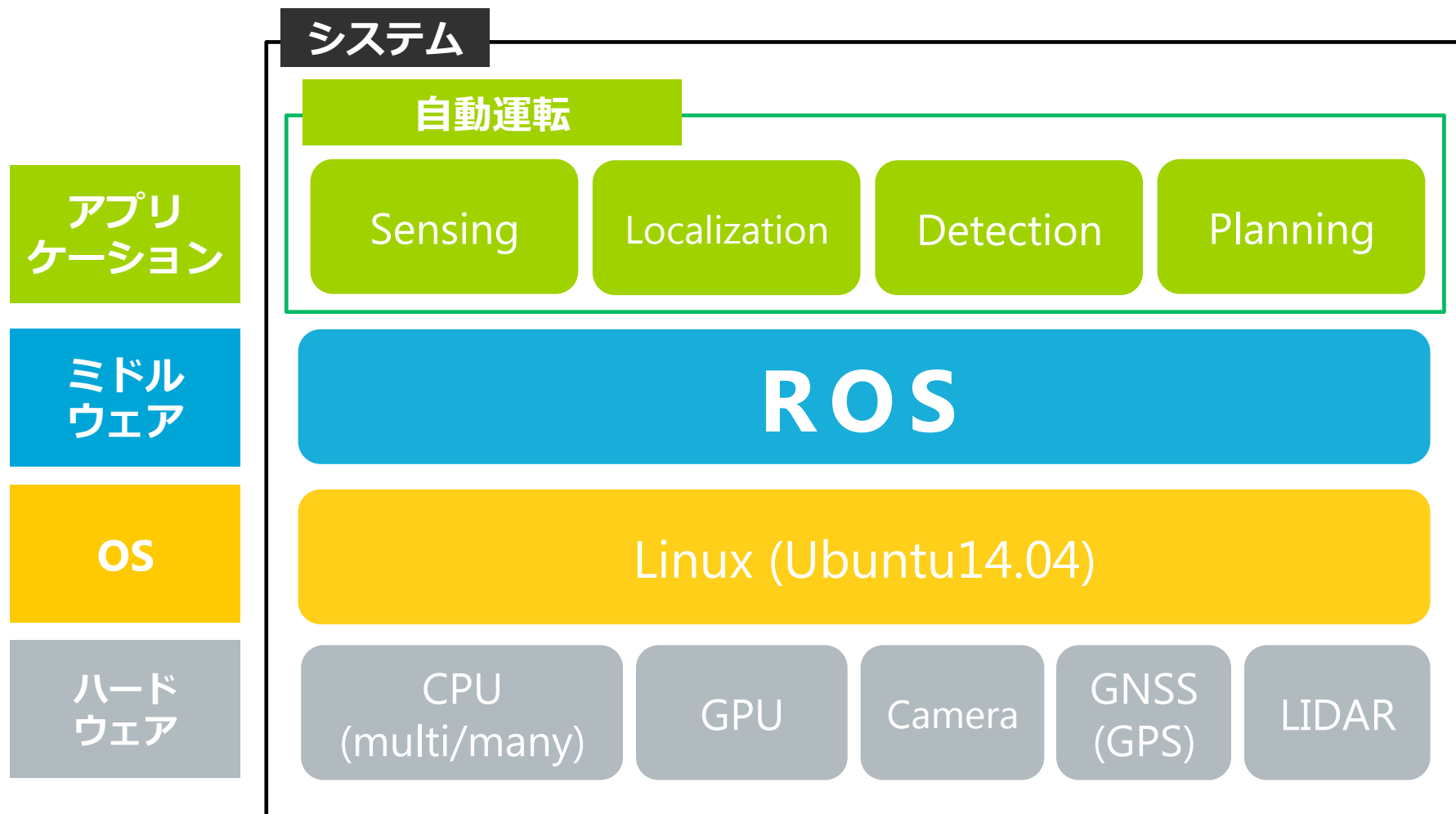
+
Laws



Interface



自動運転システムにおけるROS (2/2)



ROS演習 3 : ROS 2.0 の最新動向について

第 1 章 : ROS (Robot Operating Systems)

1. 特長

ROS の 特長

ROS (Robot Operating System)

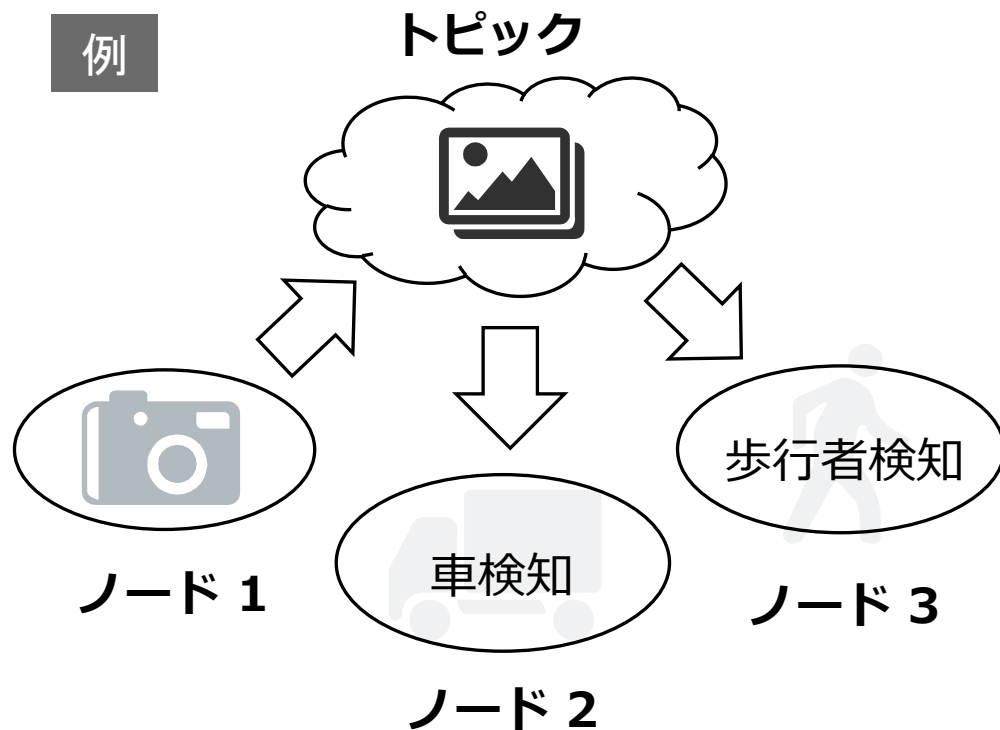
: ロボット開発におけるライブラリやツールを提供

ROS

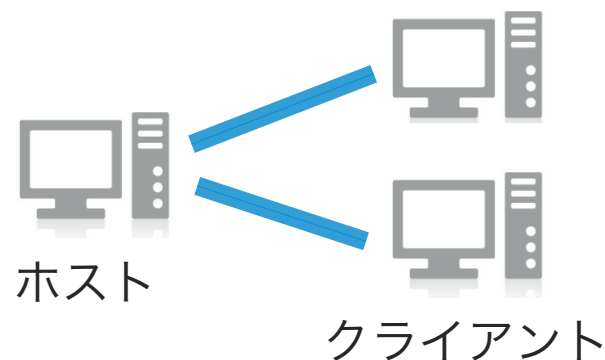
Publish / Subscribe モデル

- ノードの集合としてシステムを構築
- トピックを介してデータをやり取り

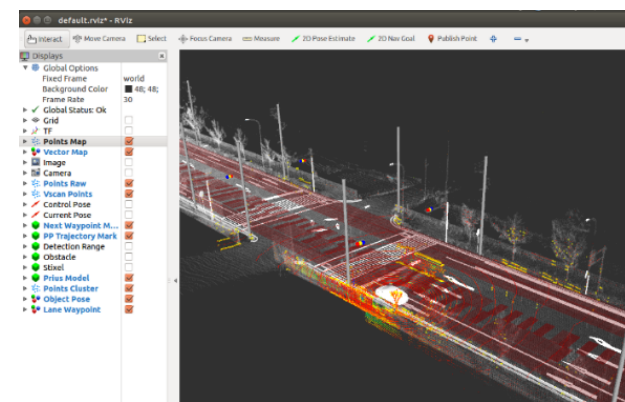
例



分散システム



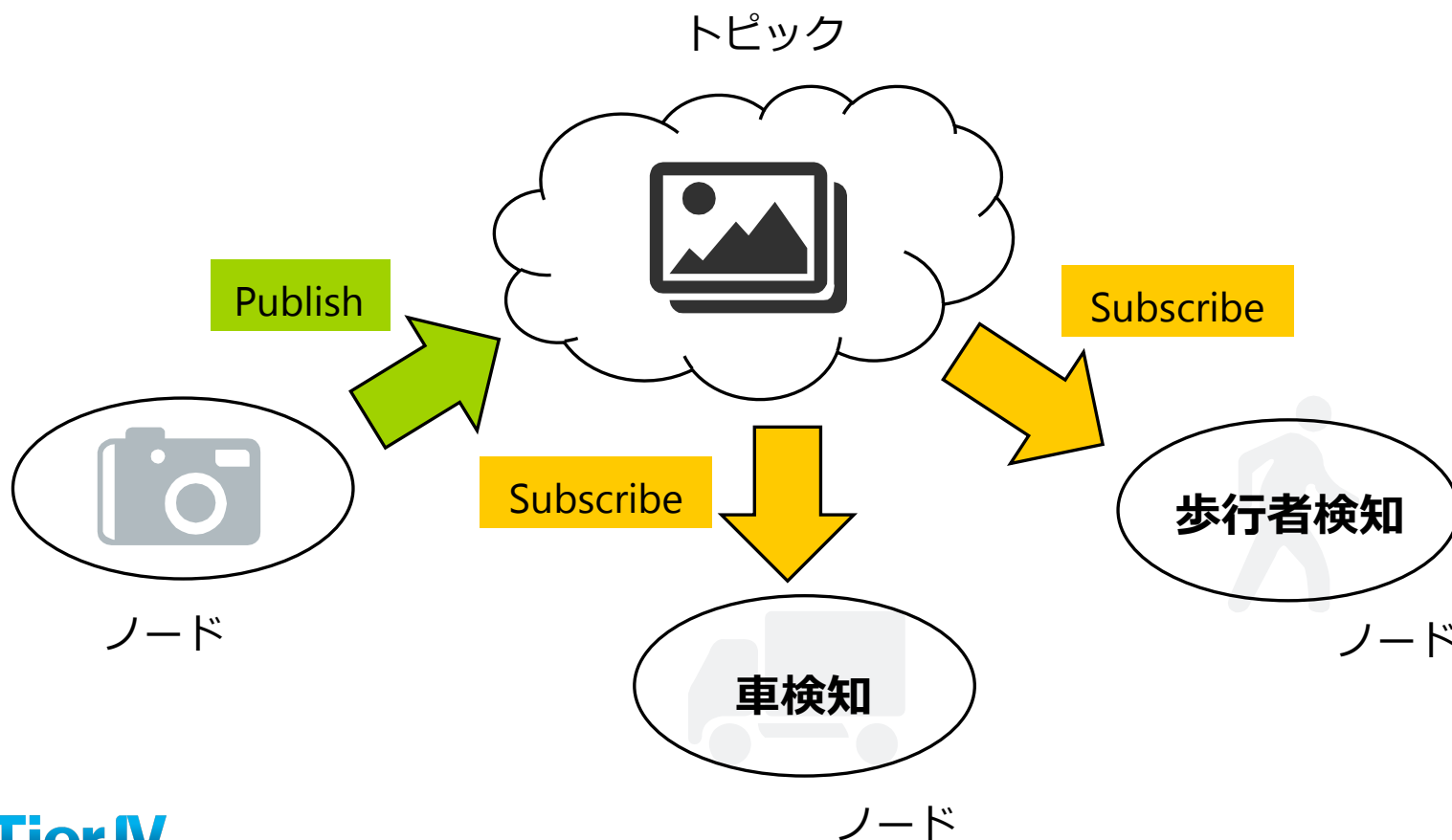
視覚化・シミュレーション



Publish / Subscribe モデル

処理を**ノード**として分割・管理し、**トピック**を介してデータのやり取りを行う。

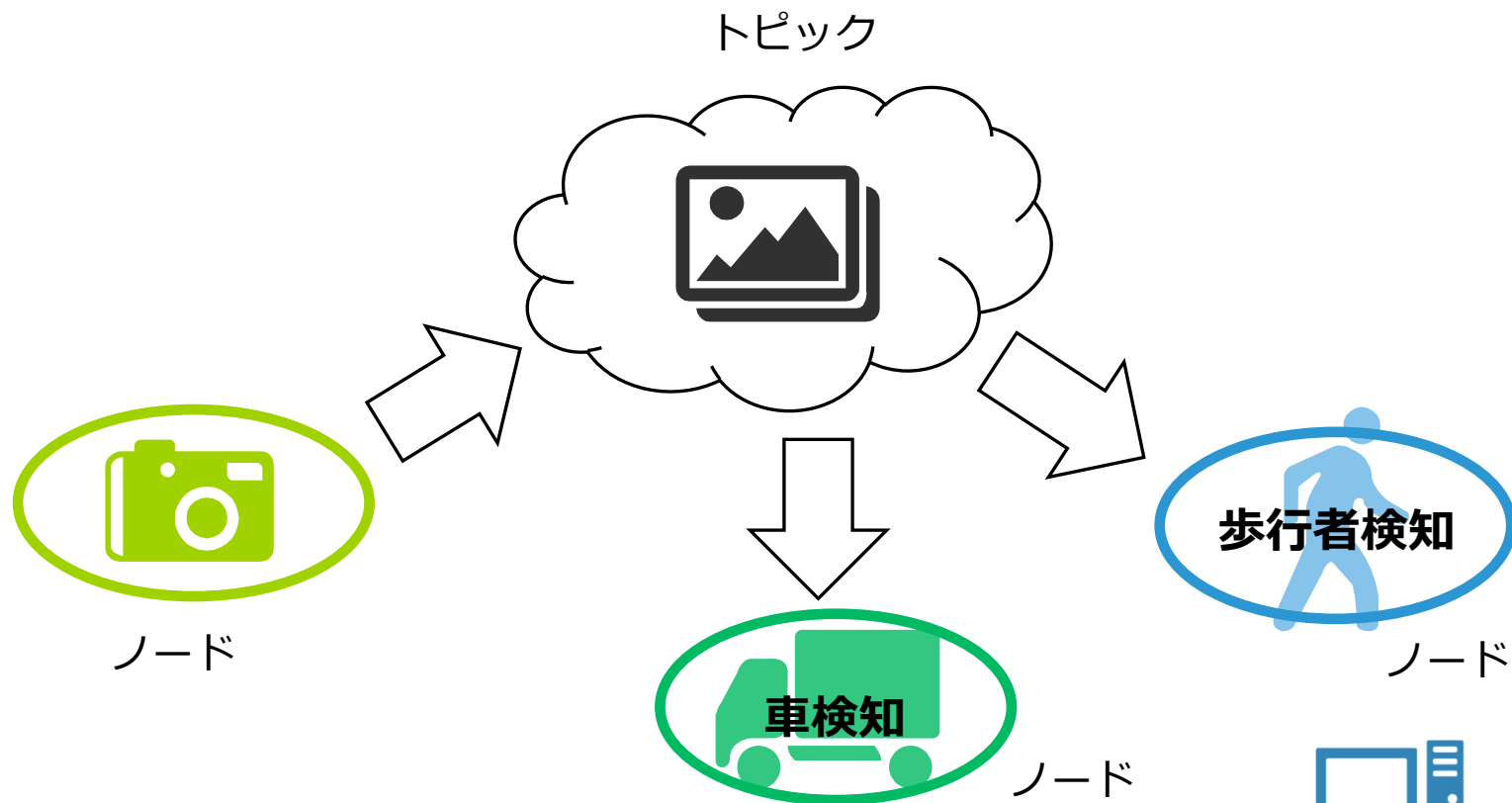
➡ 再利用性・生産性の向上, 分散環境への高い親和性, 障害分離



Publish / Subscribe モデル

処理を**ノード**として分割・管理し、**トピック**を介してデータのやり取りを行う。

➡ 再利用性・生産性の向上, 分散環境への高い親和性, 障害分離

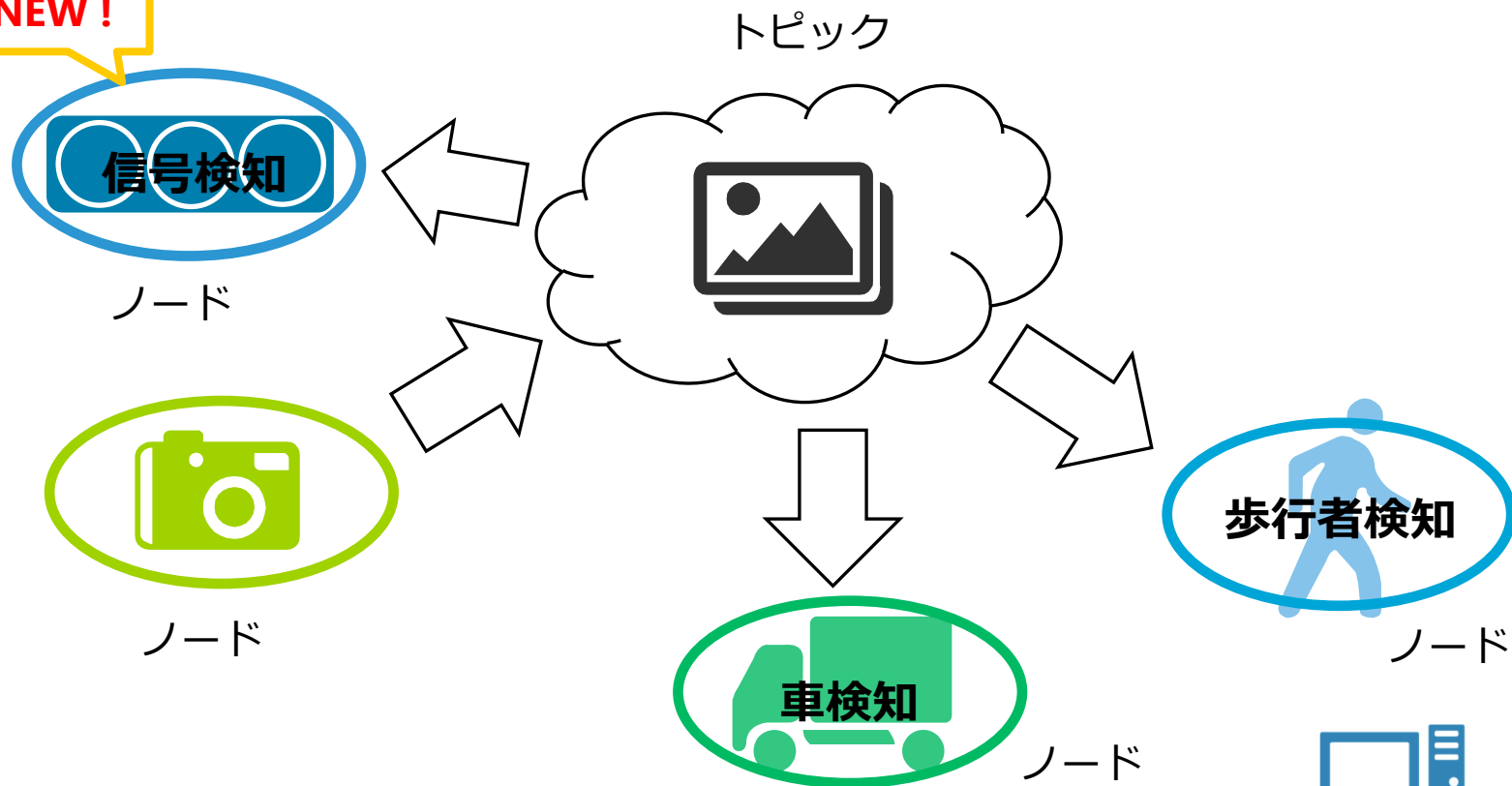


Publish / Subscribe モデル

処理を**ノード**として分割・管理し、**トピック**を介してデータのやり取りを行う。

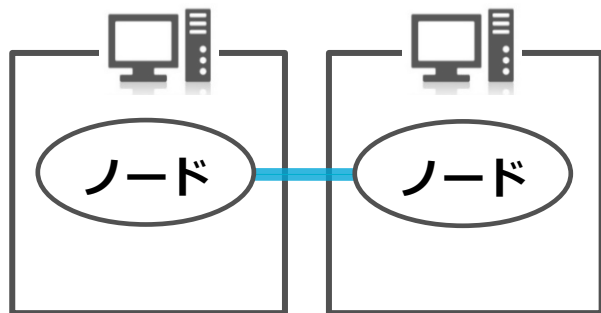
➡ 再利用性・生産性の向上, 分散環境への高い親和性, 障害分離

NEW !

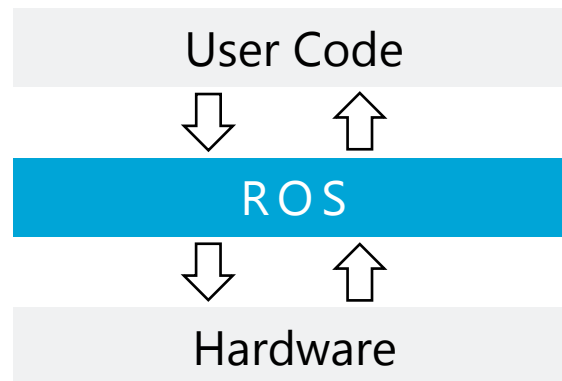


ROS の 特長

TCP/UDP or 共有メモリ



抽象化



視覚化・シミュレーション

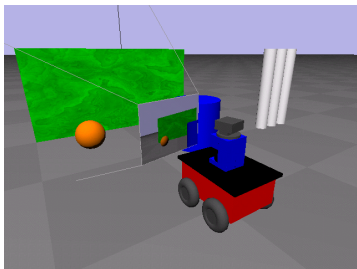


豊富なパッケージ (デバイスドライバやライブラリ)



Gazebo: 3D物理シミュレータ

強力なGUIでROSとの連携が充実



視覚化・シミュレーション

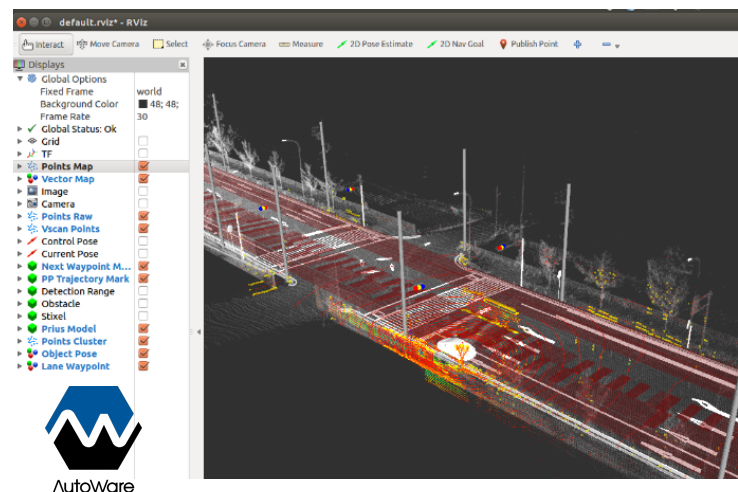


RViz: 3D視覚化ツール

簡単にシステム状態を視覚化可能

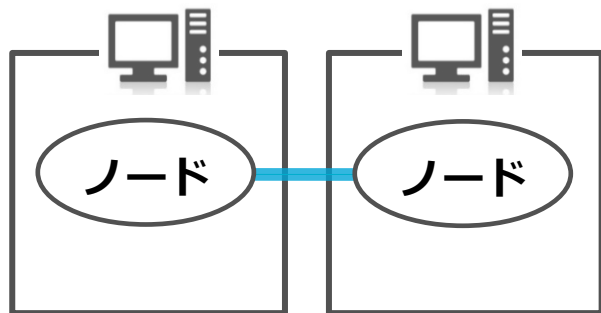
[再生データ]

- 記録したセンサデータ (**rosbag** ファイル)
- 指定した値のデータ

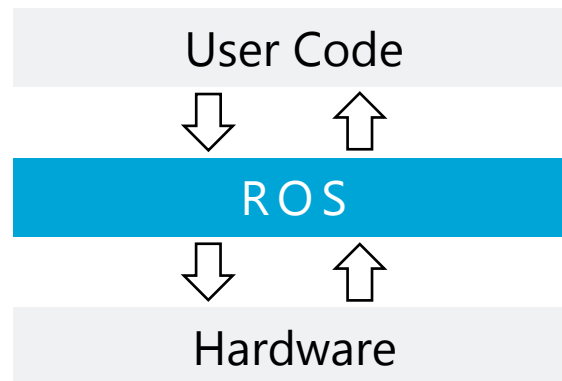


ROS の 特長

TCP/UDP or 共有メモリ



抽象化



視覚化・シミュレーション



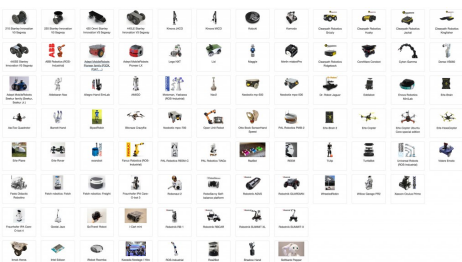
豊富なパッケージ (デバイスドライバやライブラリ)



ROS の 特長

ハードウェア

様々なロボットやセンサをサポート



パッケージ

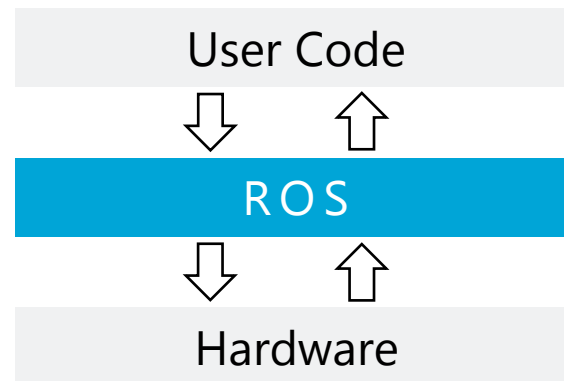
2,000を超えるソフトウェアパッケージで効率的開発

ライブラリ

座標変換・画像処理・点群処理
など豊富にサポート



抽象化

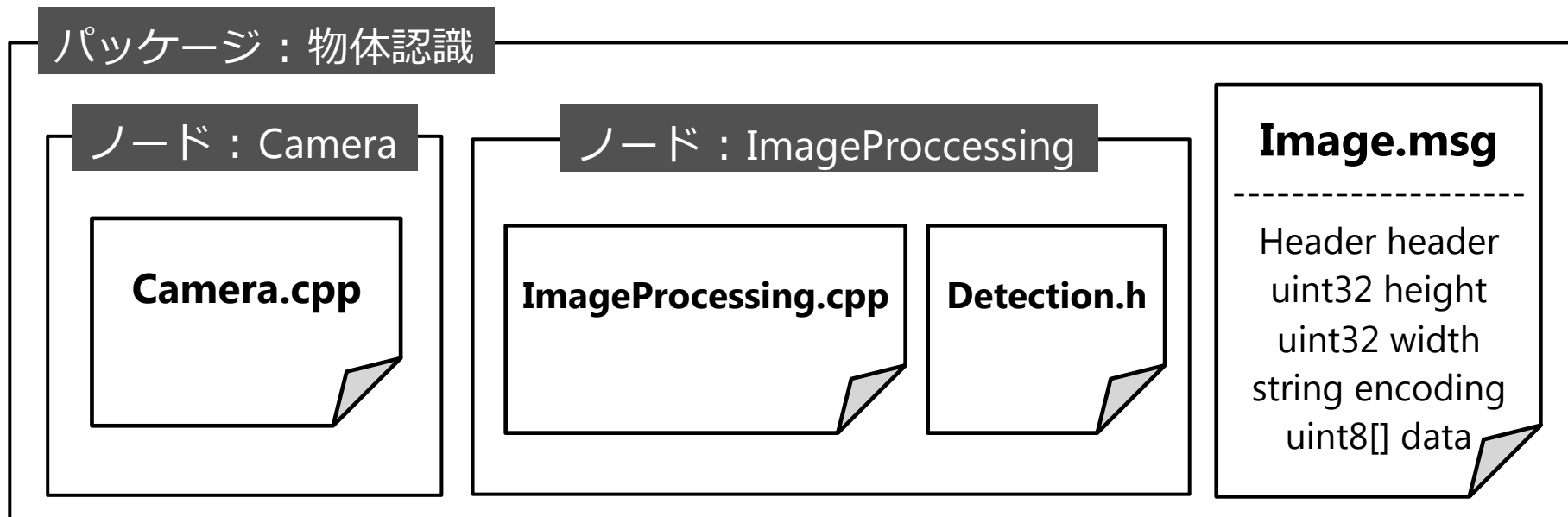


豊富なパッケージ
(デバイスドライバやライブラリ)

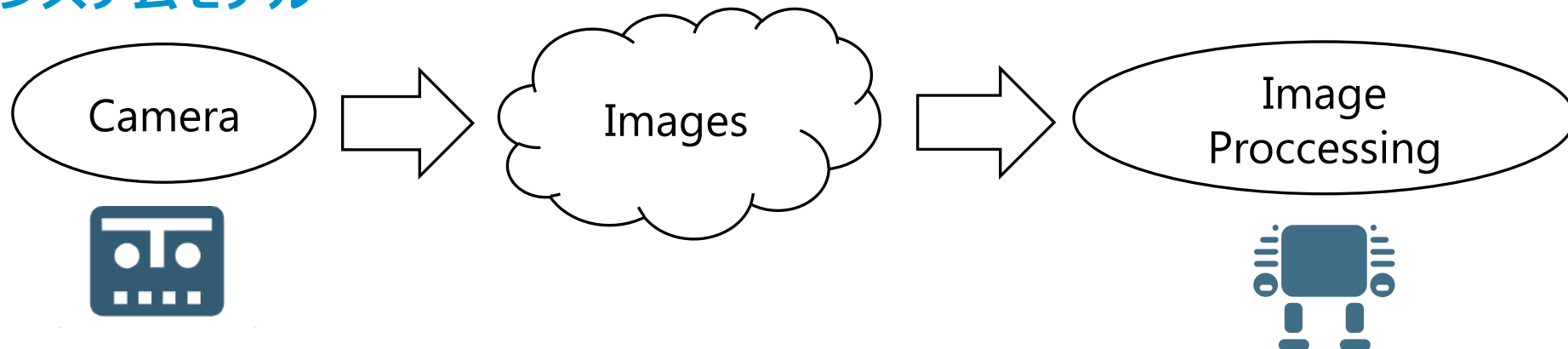


ROS の アプリケーション例

ファイル構成



システムモデル



ROS演習 3 : ROS 2.0 の最新動向について

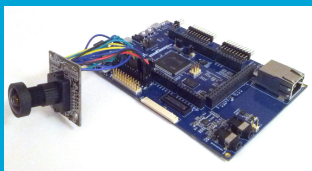
第 2 章 : ROS 2.0

1. コンセプト

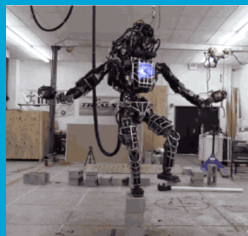
ROS2 : コンセプト

元々、研究・プロトタイプ開発向けに開発(2007.11-)されたが…

新しいユースケース



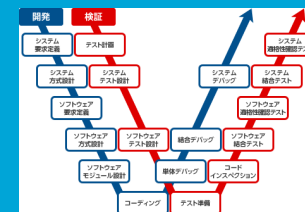
組み込みシステム



リアルタイム



製品利用



開発サポート



電波環境の変化



クロス
プラットフォーム

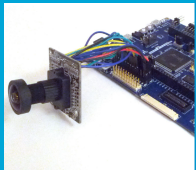


複数ロボット

ROS2 : コンセプト

元々、研究・プロトタイプ開発向けに開発(2007.11-)されたが…

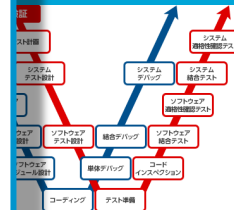
新しいユースケース



組み込みシ

ROS 2 の開発が進行
(alpha版が公開中)

⌵ ROS → ⌵ 2



サポート

電波環境の変化

クロス
プラットフォーム

複数ロボット

DDS (Data Distribution Service)

: 工業標準の Publish / Subscribe 通信仕様



● 特長

- Publish / Subscribe モデル
- QoS (Quality of Service) の保証
- 複数のベンダーが実装



● 利用実績

- ミッションクリティカルな環境 (電車, ダム, 船舶, 航空機 etc.)
- リアルタイム / 組込み システム

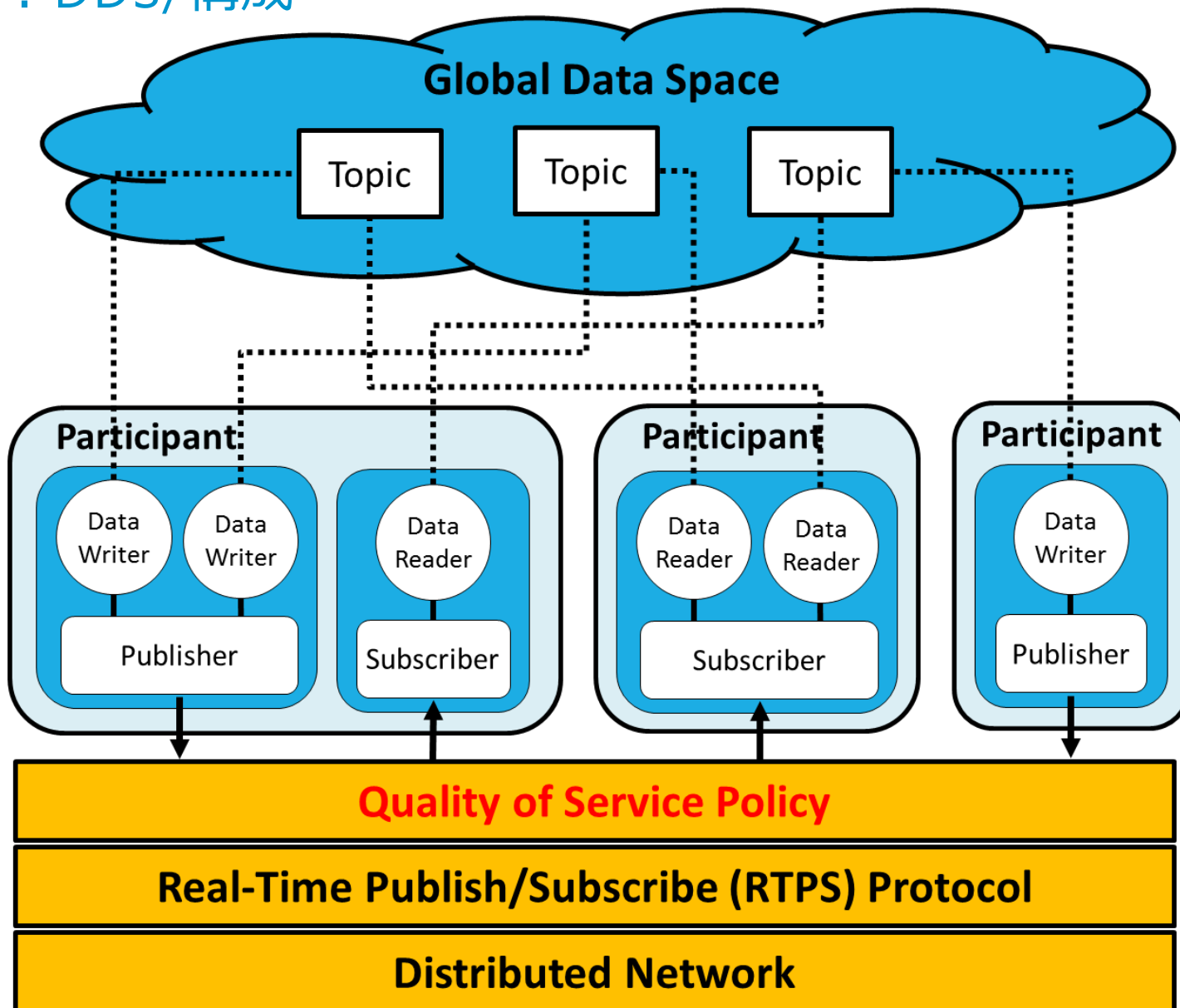


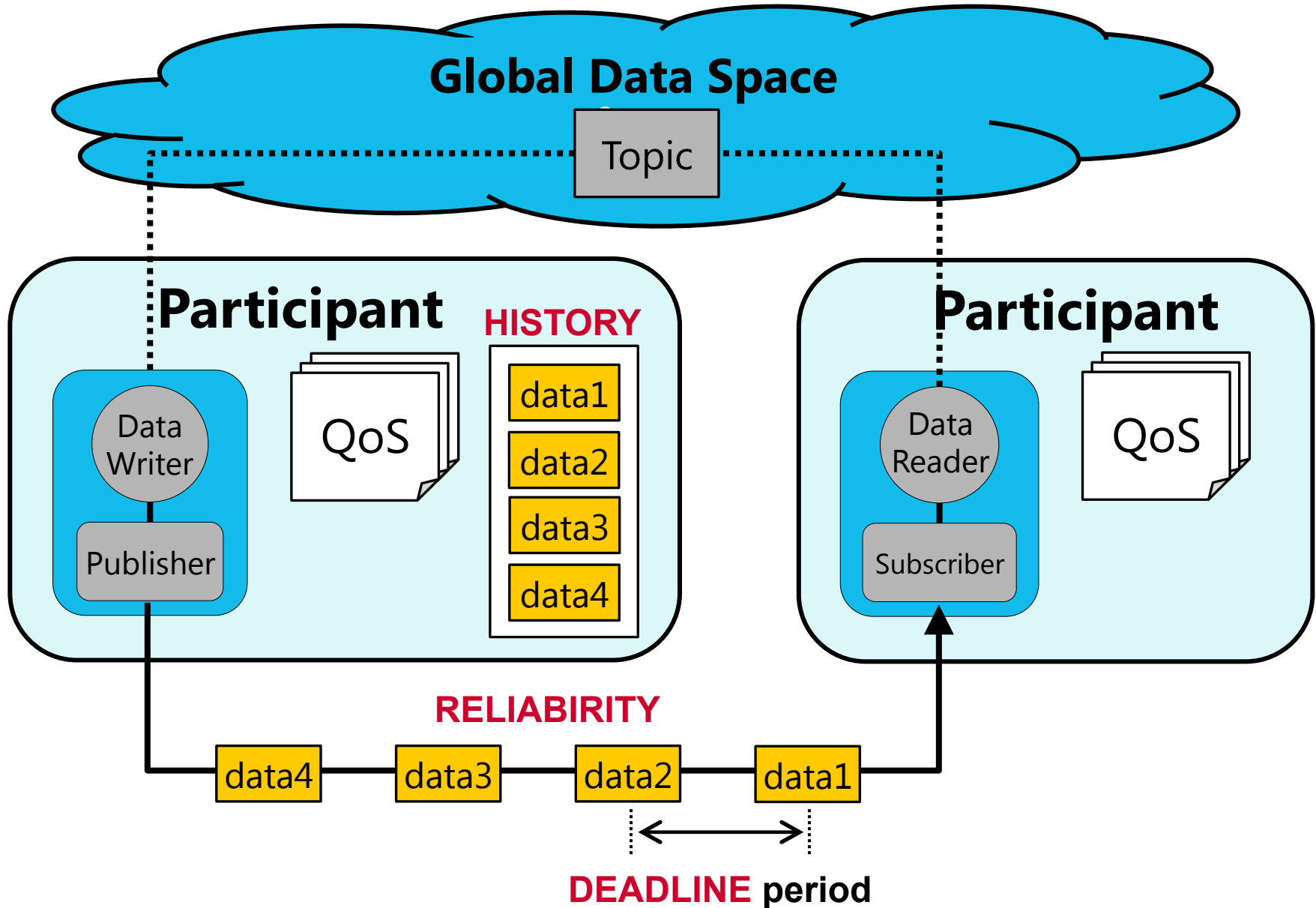
[RTI Connex]

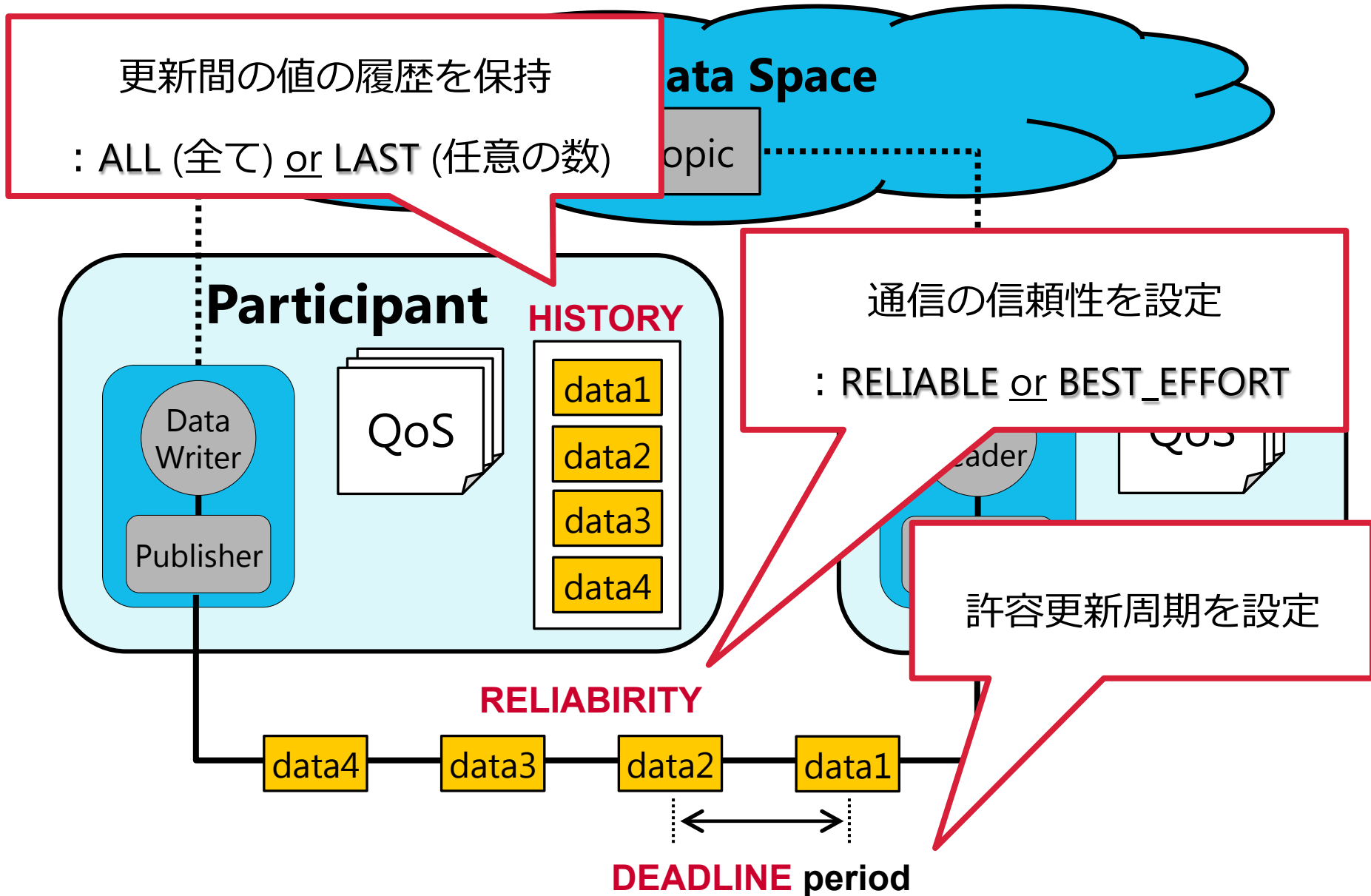
ROS演習 3 : ROS 2.0 の最新動向について

第 2 章 : ROS 2.0

2. DDS







ROS2 : DDS/QoS

	QoS Policy	QoS Policy	
Volatility	DURABILITY	USER DATA	User QoS
	DURABILITY_SERVICE	TOPIS FILTER	
	HISTORY	GROUP DATA	
	READER DATA LIFECYCLE	PARTITION	Presentation
	WRITER DATA LIFECYCLE	PRESENTATION	
	LIFESPAN	DENTINATION ORDER	
Infrastructure	ENTITY FACTORY	OWNERSHIP	Redundancy
	RESOURCE LIMITS	OWNERSHIP STRENGTH	
Delivery	RELIABILITY	LIVELINESS	Transport
	TIME BASED FILTER	LATENCY BUDGET	
	DEADLINE	TRANSPORT PRIORITY	

※赤字は現在ROS2でサポート [Data Distribution Service (DDS) Version 1.4 April, 2015]

ROS2 : DDS/Vendor

ベンダー	製品	ライセンス	共有メモリ	サポート状況
 RTI (Real-Time Innovation)	Connex	Commercial Research	✓ ✓	◎
 PrismTech	OpenSplice	Commercial LGPL (v6.4のみ)	✓ -	○
 eProsima	FastRTPS	Apache 2	-	◎
 OSRF (Open Source Robotics Foundation)	FreeRTPS	Apache 2	-	△

ベンダー	製品	ライセンス	共有メモ	サポート状況
 RTI (Real-Time Innovation)	Connex	Commercial Research	✓ ✓	◎
 PrismTech	OpenSplice	Commercial LGPL (v6.4のみ)	✓ -	○
 eProsima	FastRTPS	Apache 2	-	◎
 OSRF (Open Source Robotics Foundation)	FreeRTPS	Apache 2	-	△

ベンダー	製品	ライセンス	共有メモリー	サポート状況
 RTI (Real-Time Innovation)	Connex	Commercial Research	✓ ✓	◎
 PrismTech	Cyclone Splice	Commercial LGPL (v6.4のみ)	✓ -	○
	特長 • <u>No.1</u> ベンダー 😊 • 基本は商用ライセンス (ROS2のデフォルトにする為に交渉中…) • Secure, Microなどの複数のパッケージ有り • 少ないスループットで機能を実現 • 最近、容量の大きなデータ通信を高速化			◎
				△

ベンダー	製品	ライセンス	共有メモリー	サポート状況
 RTI (Real-Time Innovation)	Connex	Commercial Research	✓ ✓	◎
 PrismTech	OpenSplice	Commercial LGPL (v6.4のみ)	✓ -	○
	特長 • <u>No.2</u> ベンダー ☹ • 基本は商用ライセンス • 機能が制限された v6.4 がオープンソース化 (ラッピングされ簡単にインストール可) • 並列化により処理が早い			◎
				△

ROS2 : DDS/Vendor

ベンダー	製品	ライセンス	共有メモリ	サポート状況	
特長  • 軽量DDS • 今後のROS2のデフォルトDDS • パケット分割の起きる大きなデータに最近、対応 • GitHubでコード公開中 					
	eProsima	FastRTPS	Apache 2	-	◎
	OSRF (Open Source Robotics Foundation)	FreeRTPS	Apache 2	-	△

ROS2 : DDS/Vendor

ベンダー	製品	ライセンス	共有メモリ	サポート状況
	RTI Connext	Commercial	✓	◎
	Eclipse Cyclone DDS	Apache 2	-	○
	Intel OpenSplice	Apache 2	-	◎
	OSRF (Open Source Robotics Foundation)	FreeRTOS	Apache 2	-

特長

- 小型組込み向けDDS
- フリー, ポータブル, 最小セットをテーマに現在開発中...
- GitHubでコード公開中

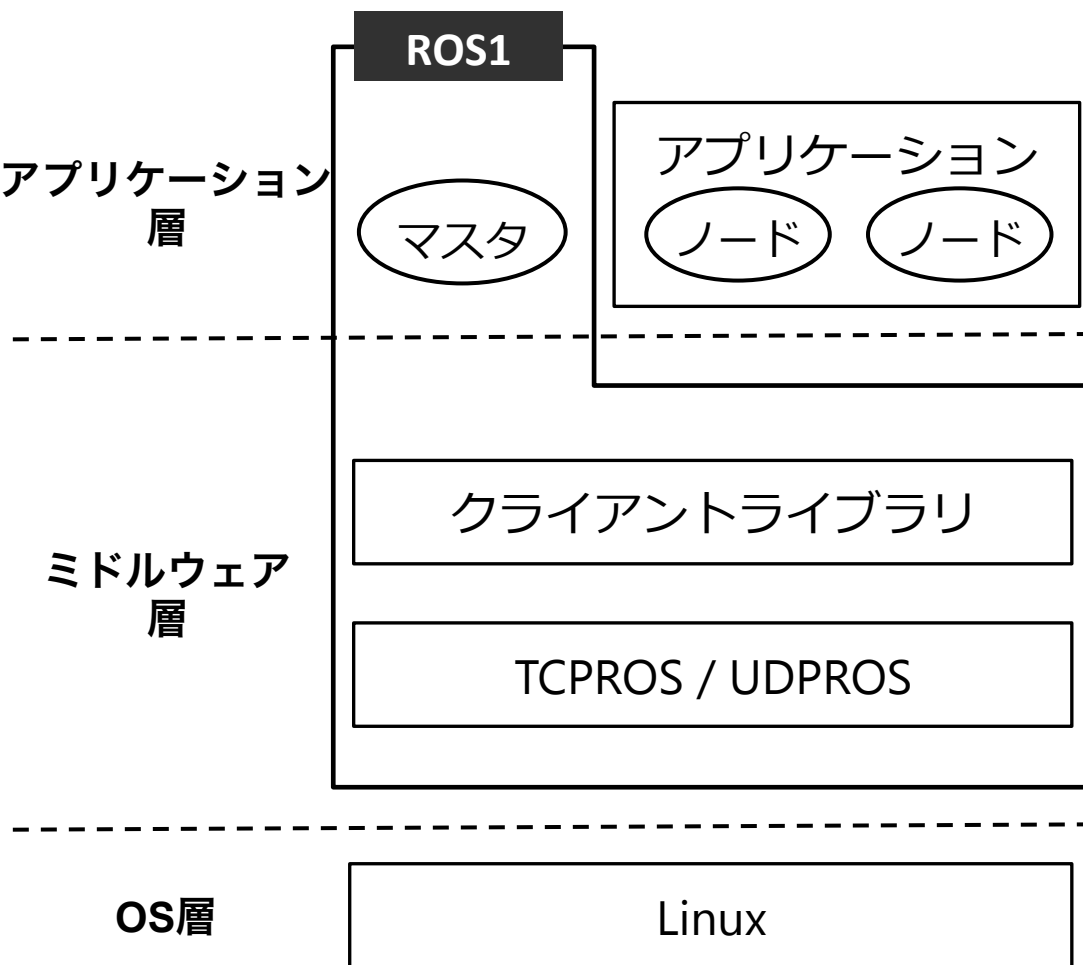
ROS演習 3 : ROS 2.0 の最新動向について

第 2 章 : ROS 2.0

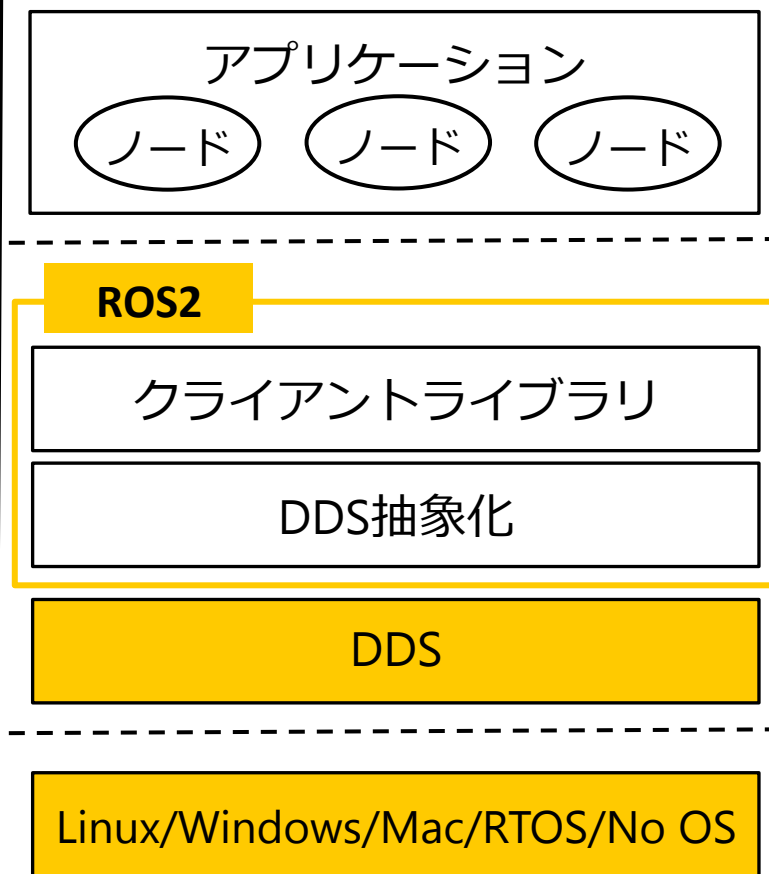
3. 構成

構成比較

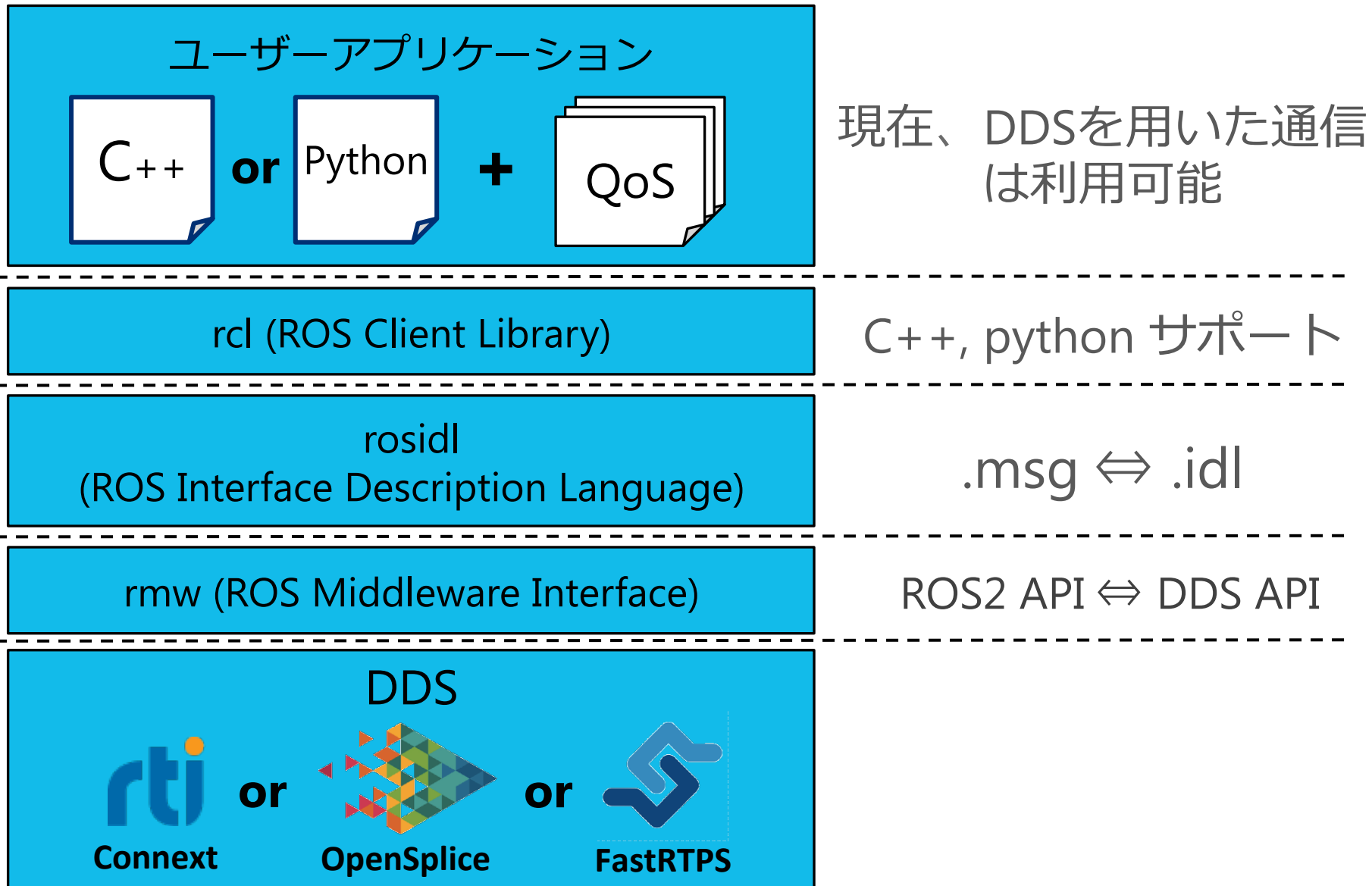
ROS 1 のシステム



ROS 2 のシステム

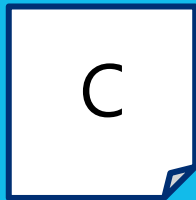


ROS2 : 構成



ROS2 : 構成 [開発中...]

ユーザーアプリケーション



+



C言語と一部のQoS
サポート

DDS



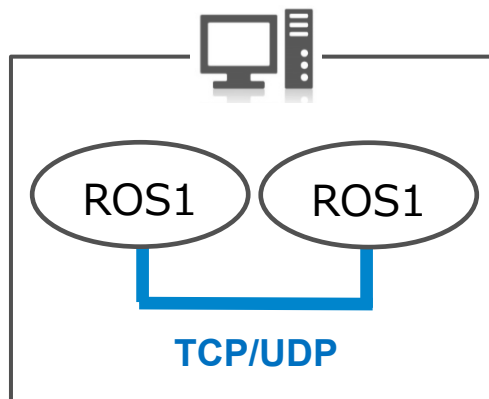
FreeRTOS

RTPSプロトコルによる
最低限の通信

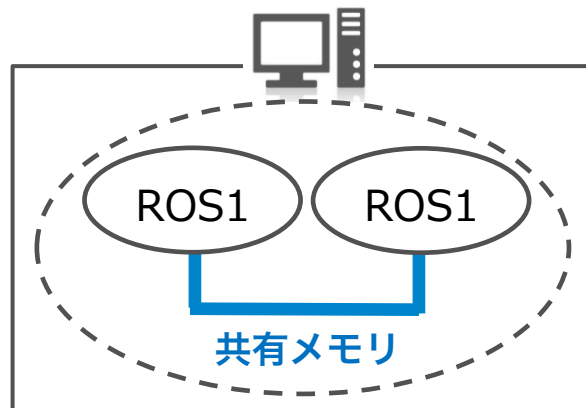
ROS2 : 通信

ROS1

デフォルト

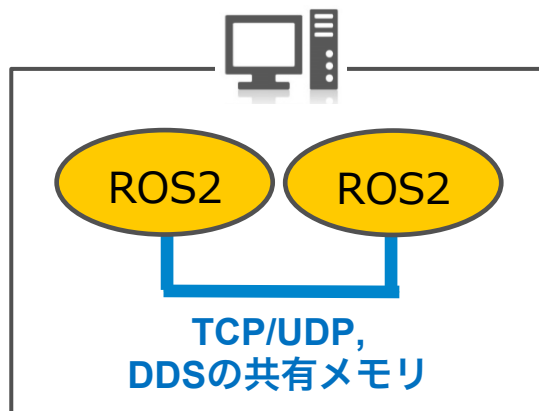


nodelet

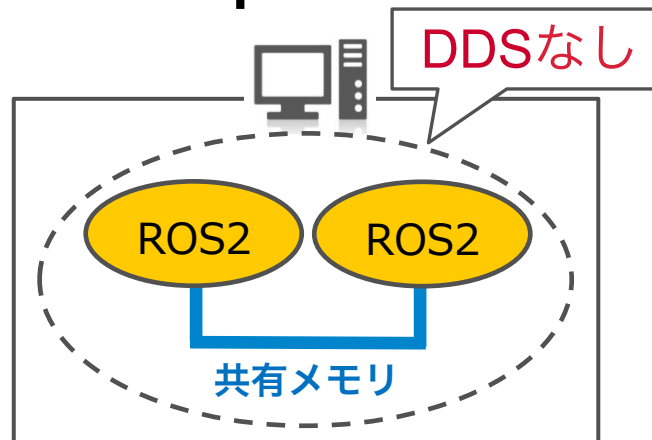


ROS2

inter-process



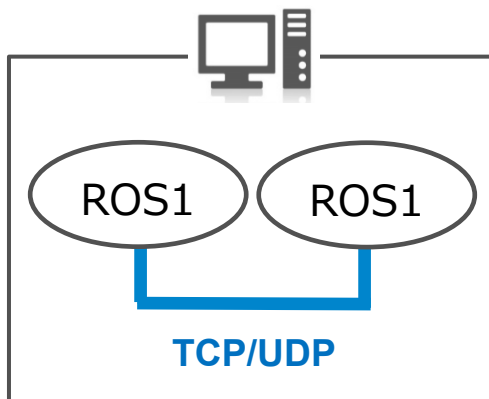
intra-process



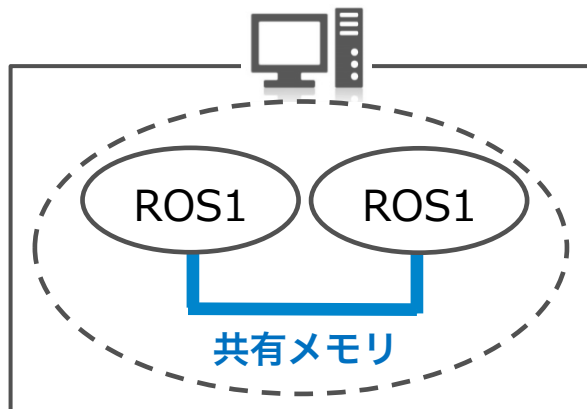
ROS2 : 通信

ROS1

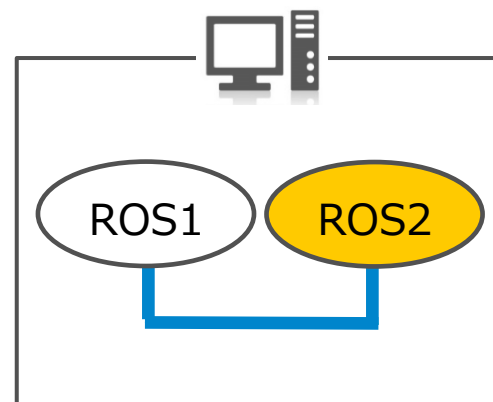
デフォルト



nodelet

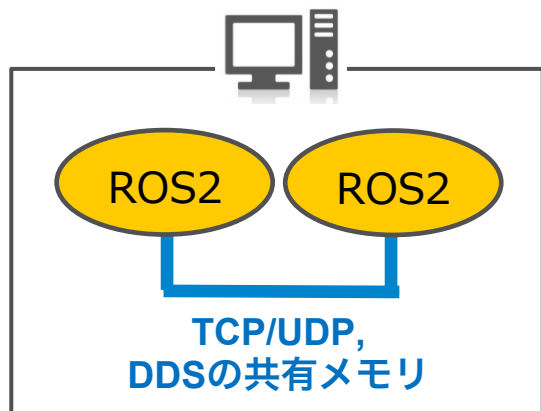


ros1_bridge

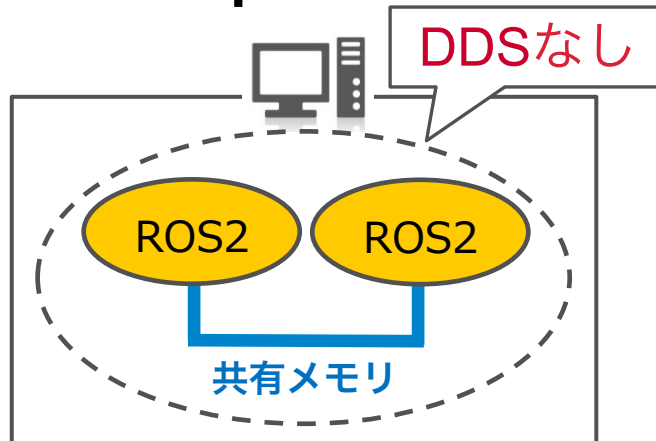


ROS2

inter-process



intra-process



ROS2 : 組込み・リアルタイム

	メイン	In Progress	Future Work
ターゲット例	ARM A-class, SFF x86 etc	32-bit MCU	8/16-bit MCU
RAM	1-16GB	4-256KB	1-32KB
OS	Windows, OS X, Linux (Ubuntu14.04, 16.04)	no OS, RTOS (Xenomai, PREEMPT RT)	

ロードマップ

● リアルタイム

- QoS のサポート拡大
- メモリ管理 : TLSF (Two Level Segregate Fit) allocatorの利用
- RTOS上での動作
- intra-process (共有メモリ利用) のリアルタイム化

● 組込み

- FreeRTOS (ROS2 向け軽量 DDS) の開発
- C言語のサポート

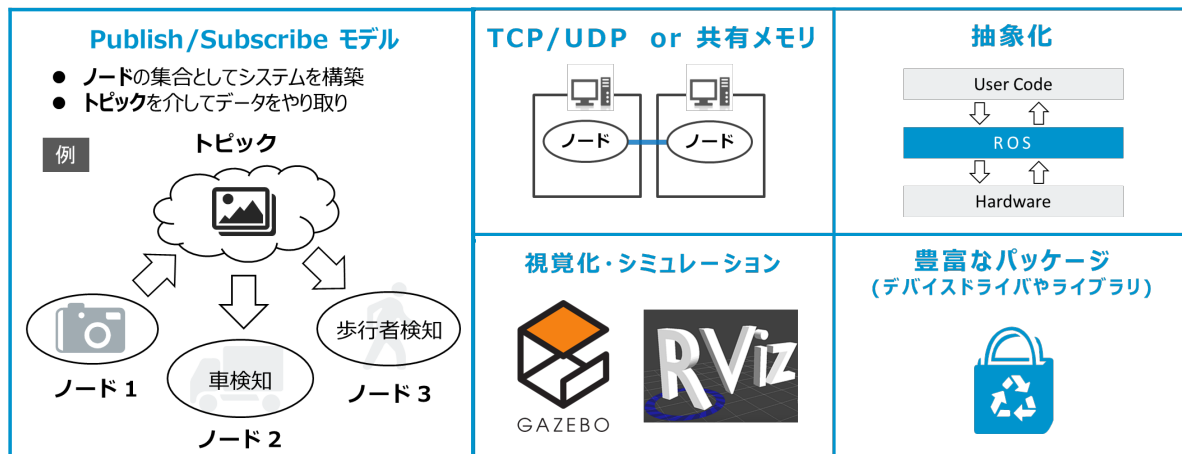
ROS演習 3 : ROS 2.0 の最新動向について

第 5 章 : まとめ

まとめ

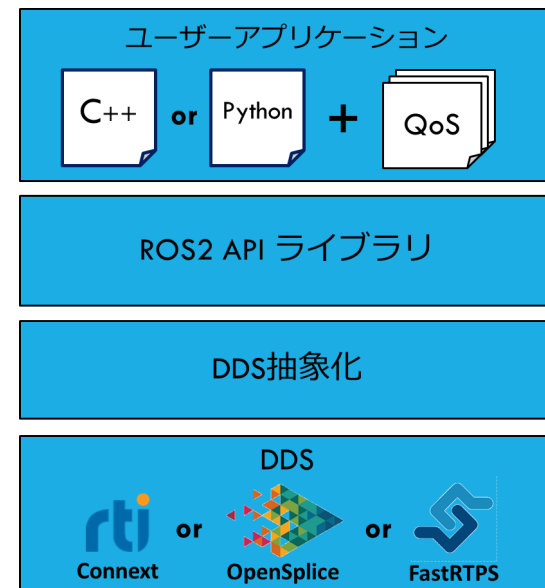
ROS (Robot Operating System)

- ・ Publish / Subscribe モデルにより、ノードとしてアプリケーションを作成
- ・ 豊富な ツール・ライブラリ・パッケージ を簡単に利用可能



ROS 2

- ・ リアルタイム・組込みシステムへの対応
- ・ DDS (Data Distribution Service) を利用
- ・ QoS (Quality of Service) を保証





Intelligent Vehicle

www.tier4.jp

ROS演習 3 : ROS 2.0 の最新動向について

Appendix

参考文献

- OSRF/ROS.org - [<http://wiki.ros.org/>], [<http://wiki.ros.org/ja>]
- OSRF/ROS2 wiki - [<https://github.com/ros2/ros2/wiki>]
- OSRF/ROS2 Design - [<http://design.ros2.org/>]
- OSRF/FreeRTOS - [<https://github.com/ros2/freertos>]
- ROSCon2015 - [<http://roscon.ros.org/2015/>]
- ROSCon2016 - [<http://roscon.ros.org/2016/>]
- RTI/Connex - [<http://www.rti.com/>]
- PrismTech/OpenSplice DDS Community Edition
 - [<http://www.prismtech.com/dds-community>]
- eProsima/FastRTPS
 - [<http://www.eprosima.com/>], [<https://github.com/eProsima/Fast-RTPS>]