

ROS 2とAUTOSAR APの連携

岩上 竜大 (埼玉大学)

彭 博 (EMB IV)

羽生 浩幸(日立Astemo)

石郷岡 祐 (日立Astemo)

安積 卓也 (埼玉大学)

Outline

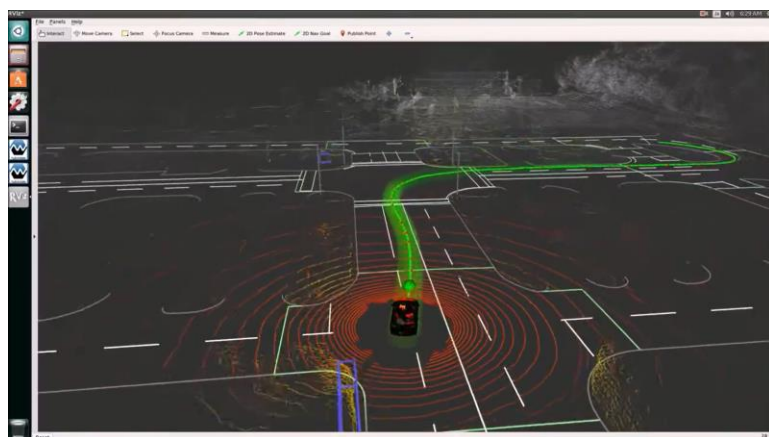
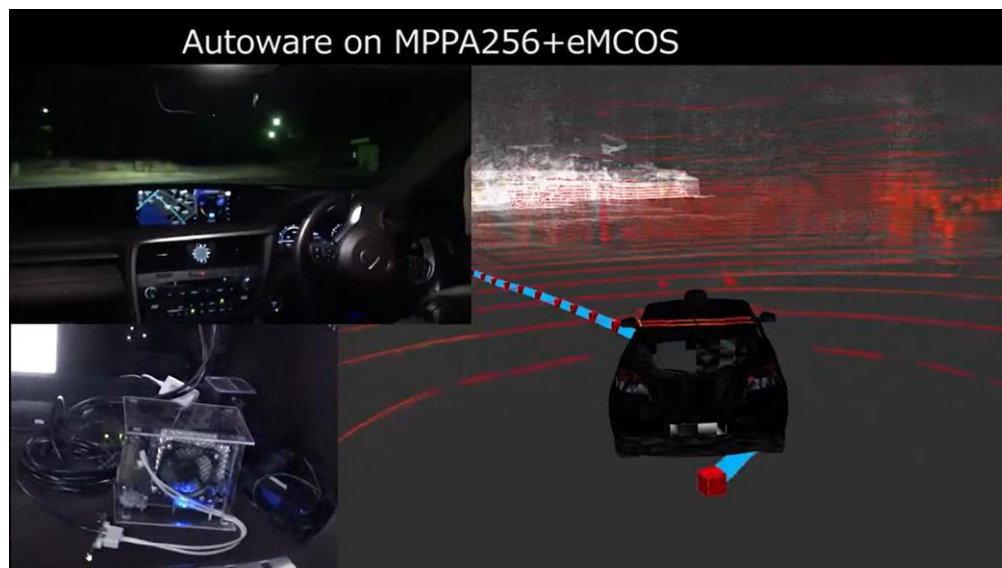
- 背景
- 前提知識
- 提案手法
- 評価
- まとめ

Outline

- 背景
- 前提知識
- 提案手法
- 評価
- まとめ

自動運転車の研究と開発

- 自動運転技術は世界中で注目を集めている
- 研究が盛んに行われており
実証実験や公道実験も行われている
- 実際に商品化に至っているものも存在する



Outline

- 背景
- **前提知識**
- 提案手法
- 評価
- まとめ

AUTOSAR AP

(AUTomotive Open System ARchitecture Adaptive Platform)

- 自動運転車の生産において標準として利用されているプラットフォーム
- 利用には**ライセンスが必要**である
- そのためドキュメントやツールに乏しい
- アプリケーション間の通信に**SOME/IP**を用いている

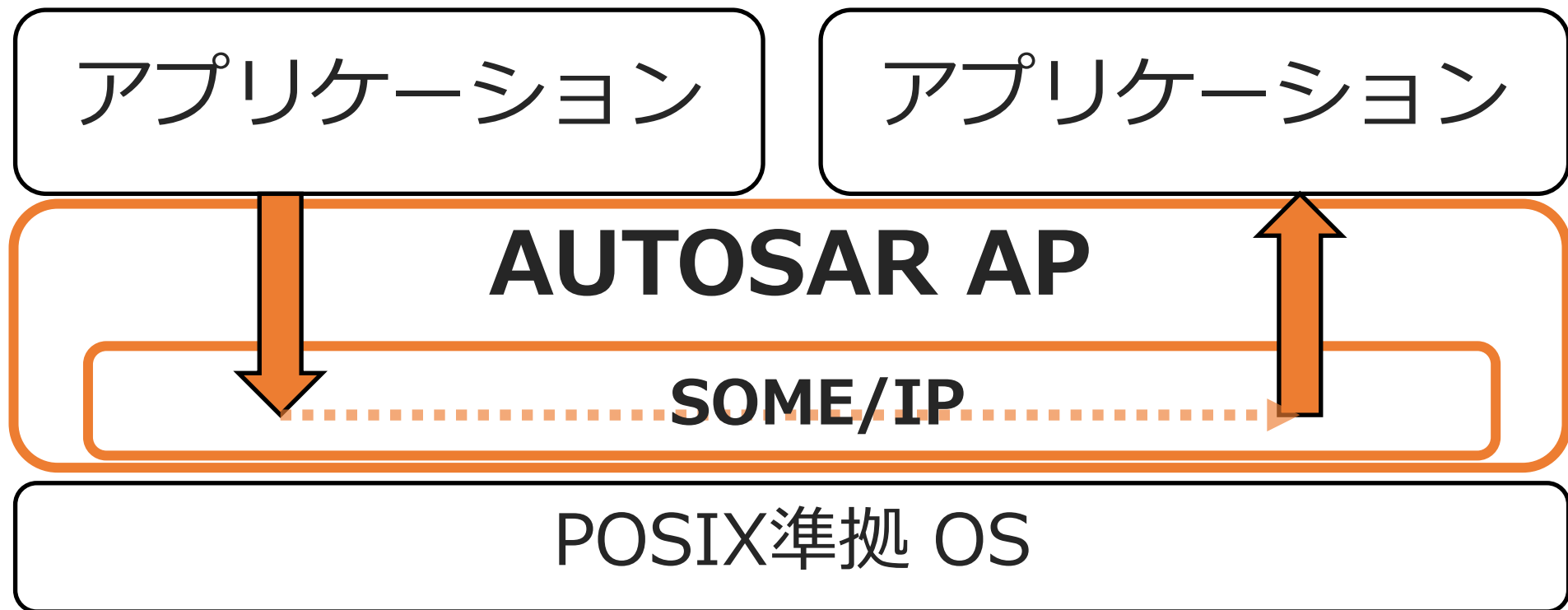
アプリケーション

アプリケーション

AUTOSAR AP

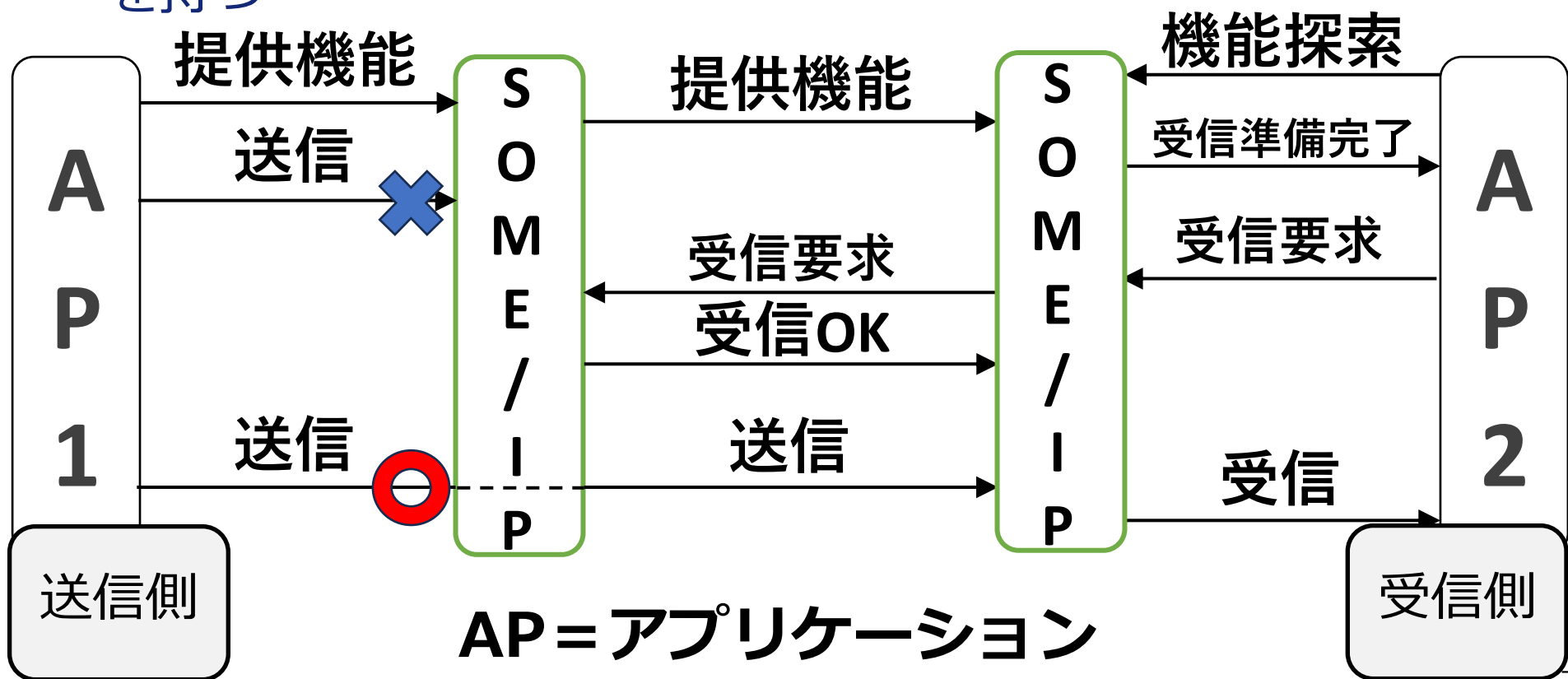
SOME/IP

POSIX準拠 OS



SOME/IP (Scalable service-Oriented MiddlewarE over IP)

- 車載ネットワークに特化した通信プロトコル
- ネットワーク上のサービスを動的に検出・登録することができる
- 通信相手を見つけるための機能 (サービスディスカバリ機能) を持つ



Outline

- 背景
- 前提知識
- **提案手法**
- 評価
- まとめ

ROS 2とAUTOSAR APの協調フレームワーク

■ DDSとSOME/IPを変換するフレームワーク

- DDSとSOME/IP間で通信
 - 異なる通信プロトコルを変換することで
ROS 2とAUTOSAR APの連携が可能になる
- ROS 2とAUTOSAR APの連携
 - ROS 2のツールをAUTOSAR APで利用

➤ ROS 2とAUTOSAR APを連携することで**研究と開発の差を埋め**によるROSコミュニティのさらなる発展に貢献

貢献

[貢献1 : ROS 2とAUTOSAR AP間の協調の実現]

DDS-SOME/IP変換による通信の実現

[貢献2 : AUTOSAR APにおけるROS 2ツールの利用]

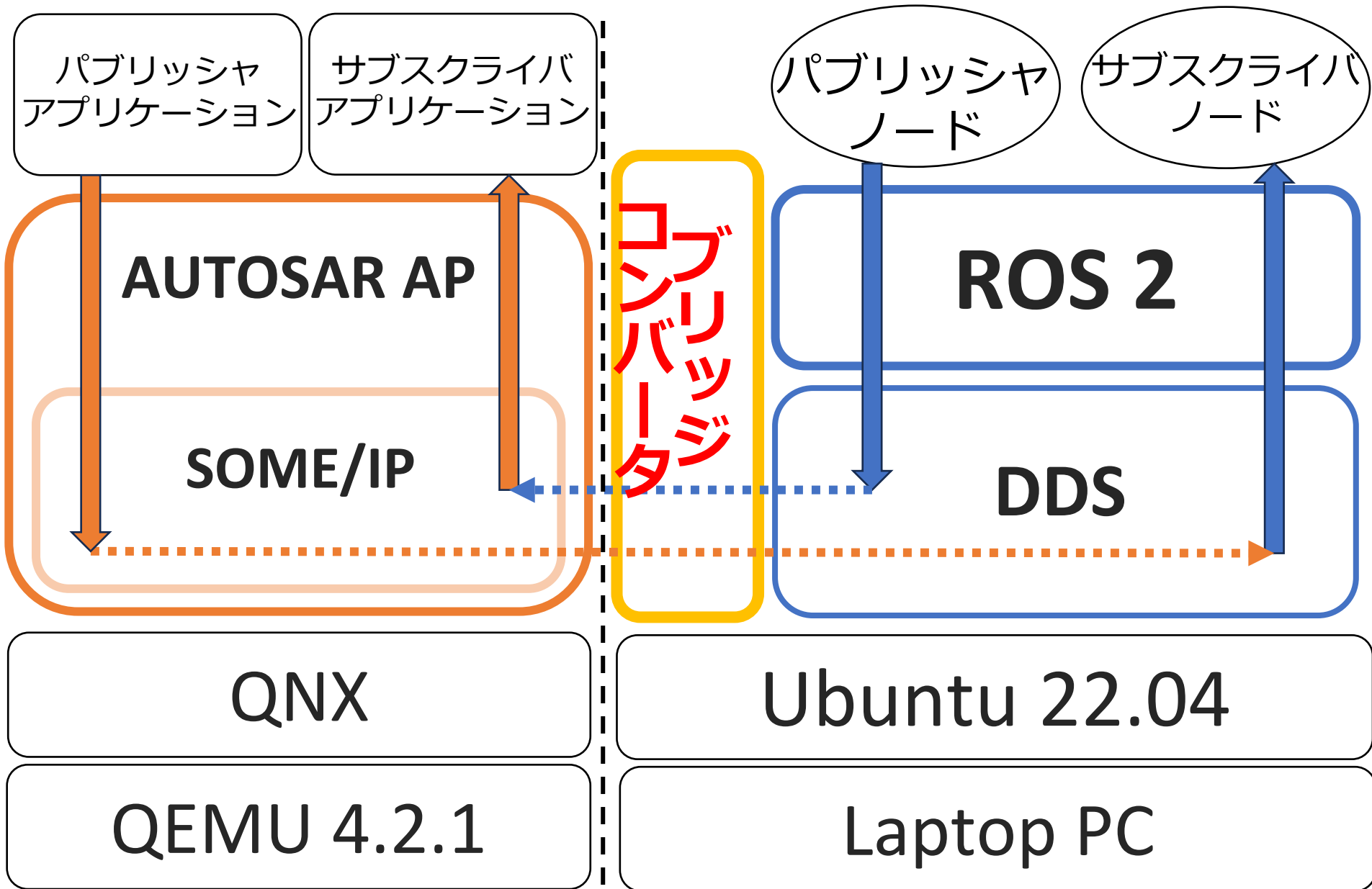
SOME/IPデータでROS 2のツールを利用

貢献

[貢献1 : ROS 2とAUTOSAR AP間の協調の実現]
DDS-SOME/IP変換による通信の実現

[貢献2 : AUTOSAR APにおけるROS 2ツールの利用]
SOME/IPデータでROS 2のツールを利用

ROS 2とAUTOSAR APの協調フレームワーク



貢献1： ROS 2とAUTOSAR AP間の協調の実現

■ vsomeip

- SOME/IPプロトコルのオープンソース実装の1つ
- これを用いてDDSとSOME/IPの変換を行うブリッジコンバータを実現する

■ブリッジコンバータの役割

1. SOME/IP-SD (Service Discovery) 機能の追加
 - DDSにはないサービスディスカバリ機能を代わりに行う
2. メッセージ型の変換
 - 用いる型が異なるため対応する型への変換を行う

貢献

[貢献1 : ROS 2とAUTOSAR AP間の協調の実現]

DDS-SOME/IP変換による通信の実現

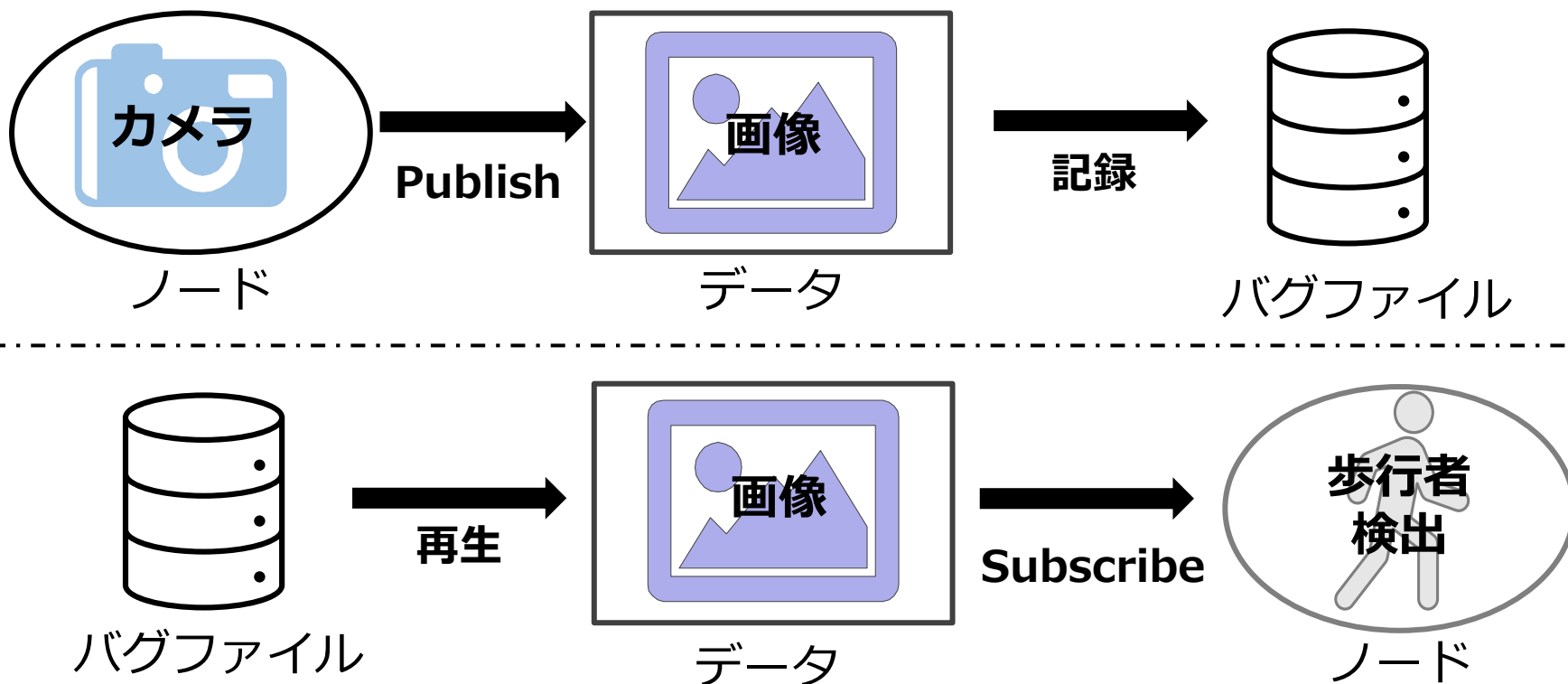
[貢献2 : AUTOSAR APにおけるROS 2ツールの利用]

SOME/IPデータでROS 2のツールを利用

貢献2： AUTOSAR APにおけるROS 2ツールの利用

■ ROSbag (データ保存・再生ツール)

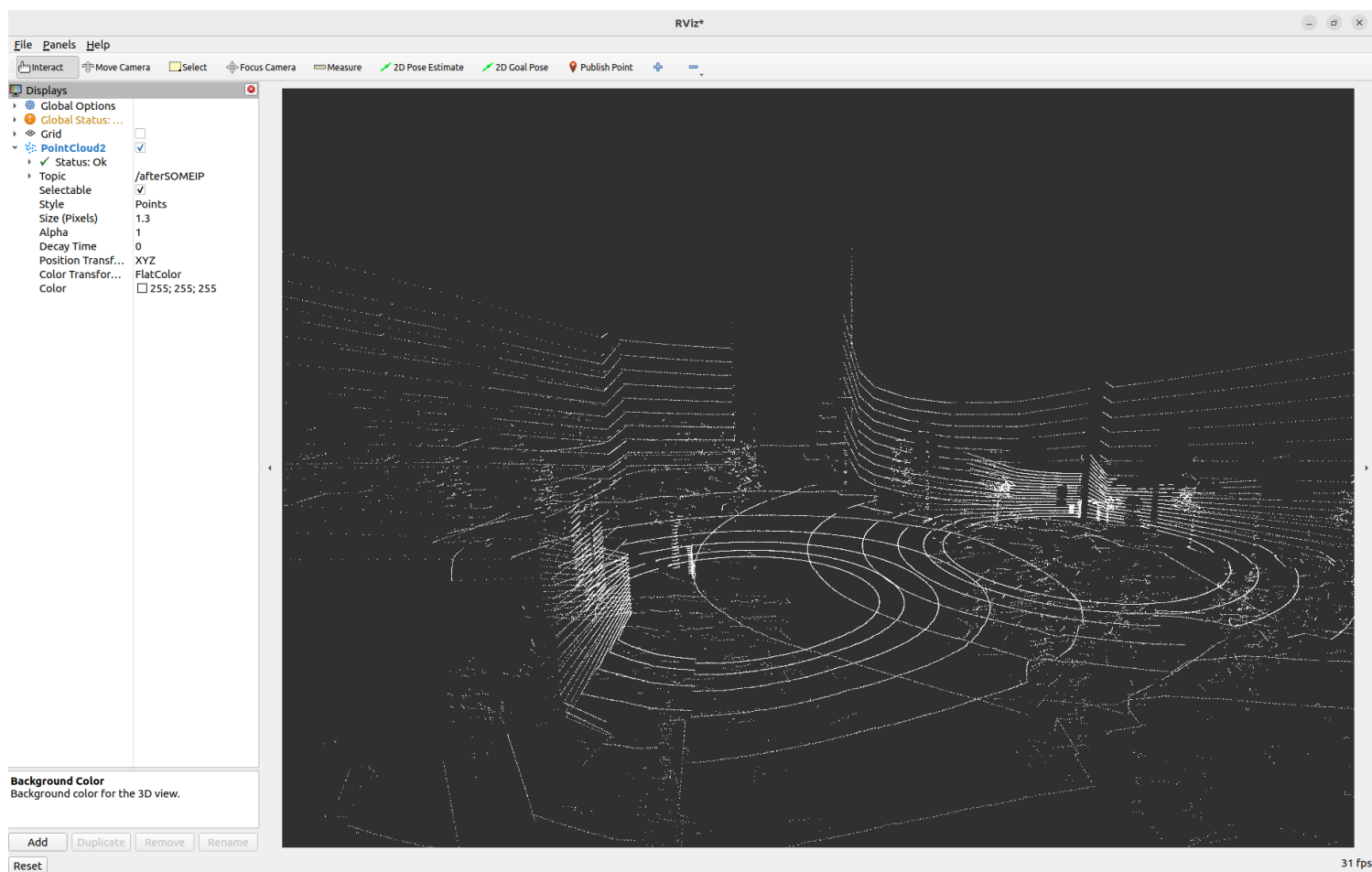
- ROS 2でよく用いられるツールの一種
- **データの保存**ができ効率的なデバッグに役立つ



貢献2： AUTOSAR APにおけるROS 2ツールの利用

■ Rviz（可視化ツール）

- ROS 2でよく用いられるツールの一種
- **データの可視化**ができ効率的なデバッグに役立つ



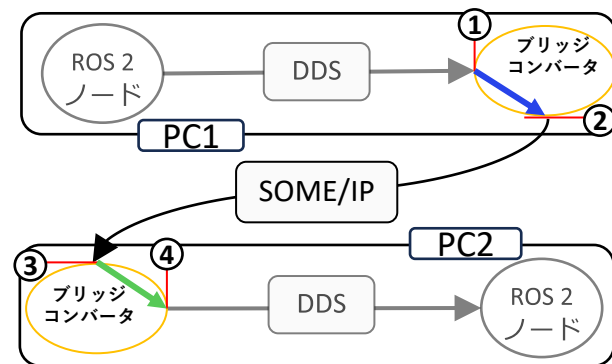
Outline

- 背景
- 前提知識
- 提案手法
- **評価**
- まとめ

評価環境

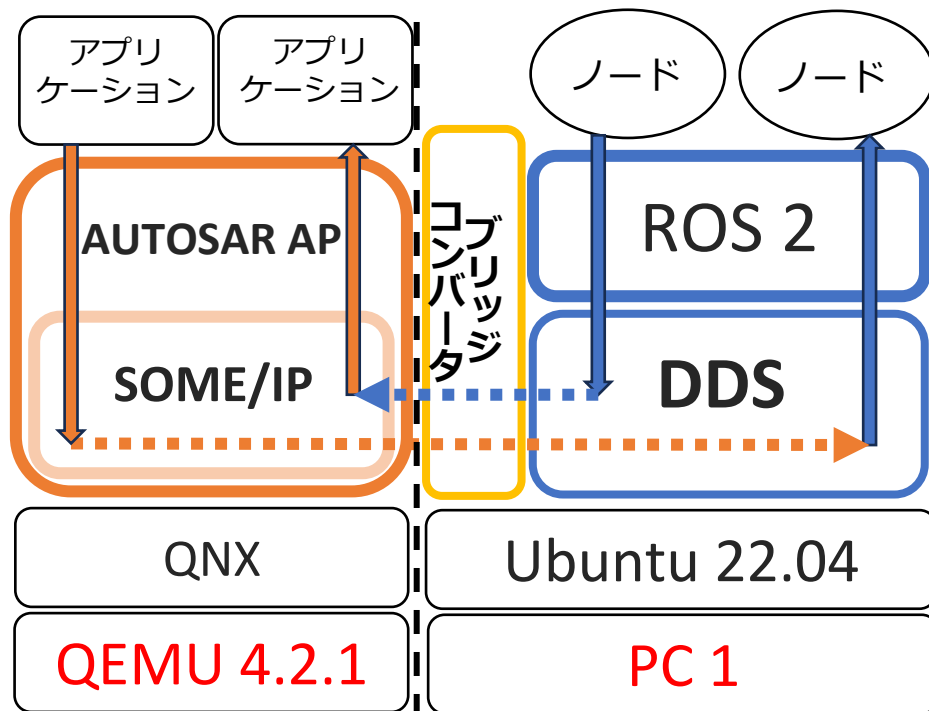
■ ROS 2 (OS: Ubuntu22.04)

- PC1
 - CPU: Intel Core i9 12900HX@2.3GHz
 - DRAM: 32GB
- PC2
 - CPU: Intel Core i7 10850H@2.3GHz
 - DRAM: 16GB



■ AUTOSAR AP (OS: QNX)

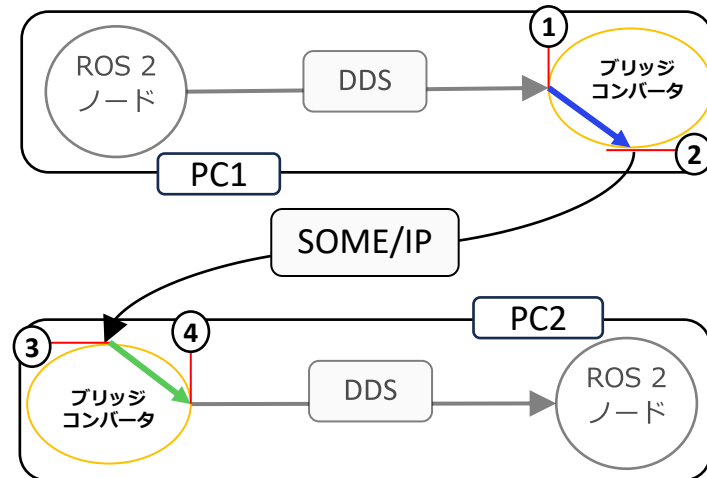
- QEMU (VM) を採用
- メモリは4GBを割り当て



ブリッジコンバータの評価

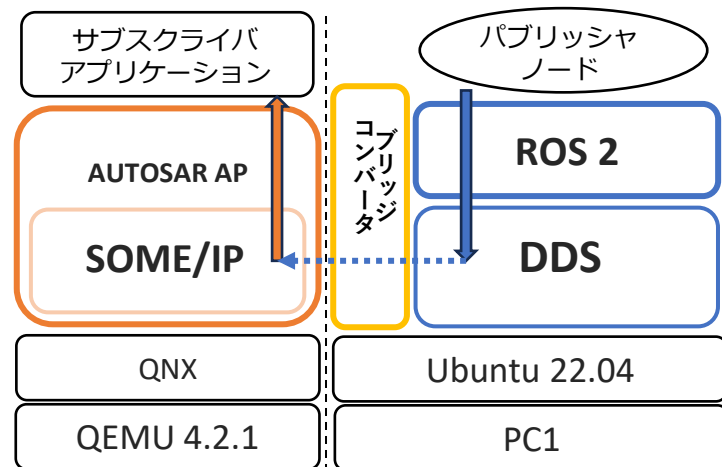
■ ブリッジコンバータの性能評価

- 4KB~256KBの7種類の点群データ
- 変換にかかる時間は通信時間の**1%**程度
- DDSからSOME/IP (①から②)
- SOME/IPからDDSへの変換 (③から④)
- どちらにおいても**同様の結果**



■ AUTOSAR APとの通信

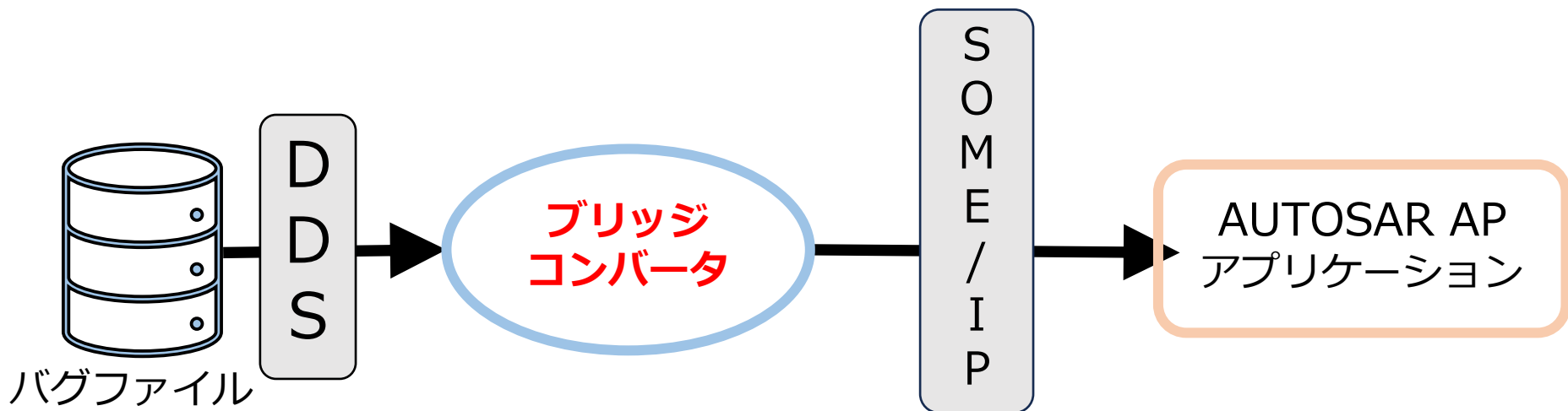
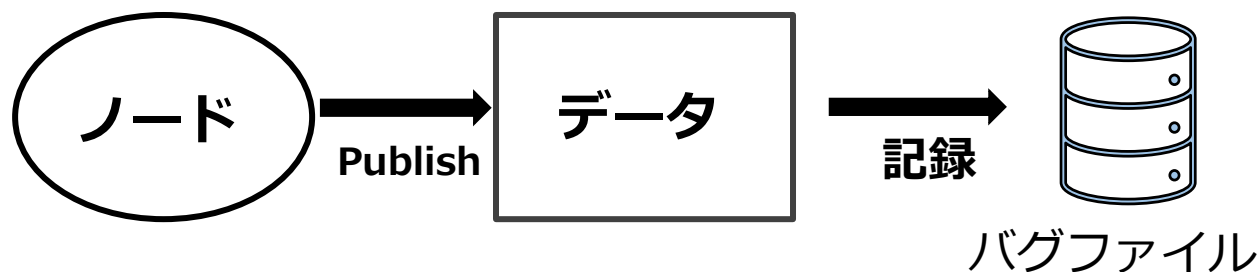
- ブリッジコンバータの利用によって
AUTOSAR APとROS 2の通信が可能に
- 1~512バイトのString型データ
- 4ms程度
- データサイズ増加によって通信時間が増えないことから別の部分が
ボトルネックになっていると考えられる



AUTOSAR APにおけるROS 2ツールの利用

■ ROSbag (データ保存・再生ツール) の利用

- ブリッジコンバータを介してROSBagから発されるデータもAUTOSAR APアプリケーションで受信できた



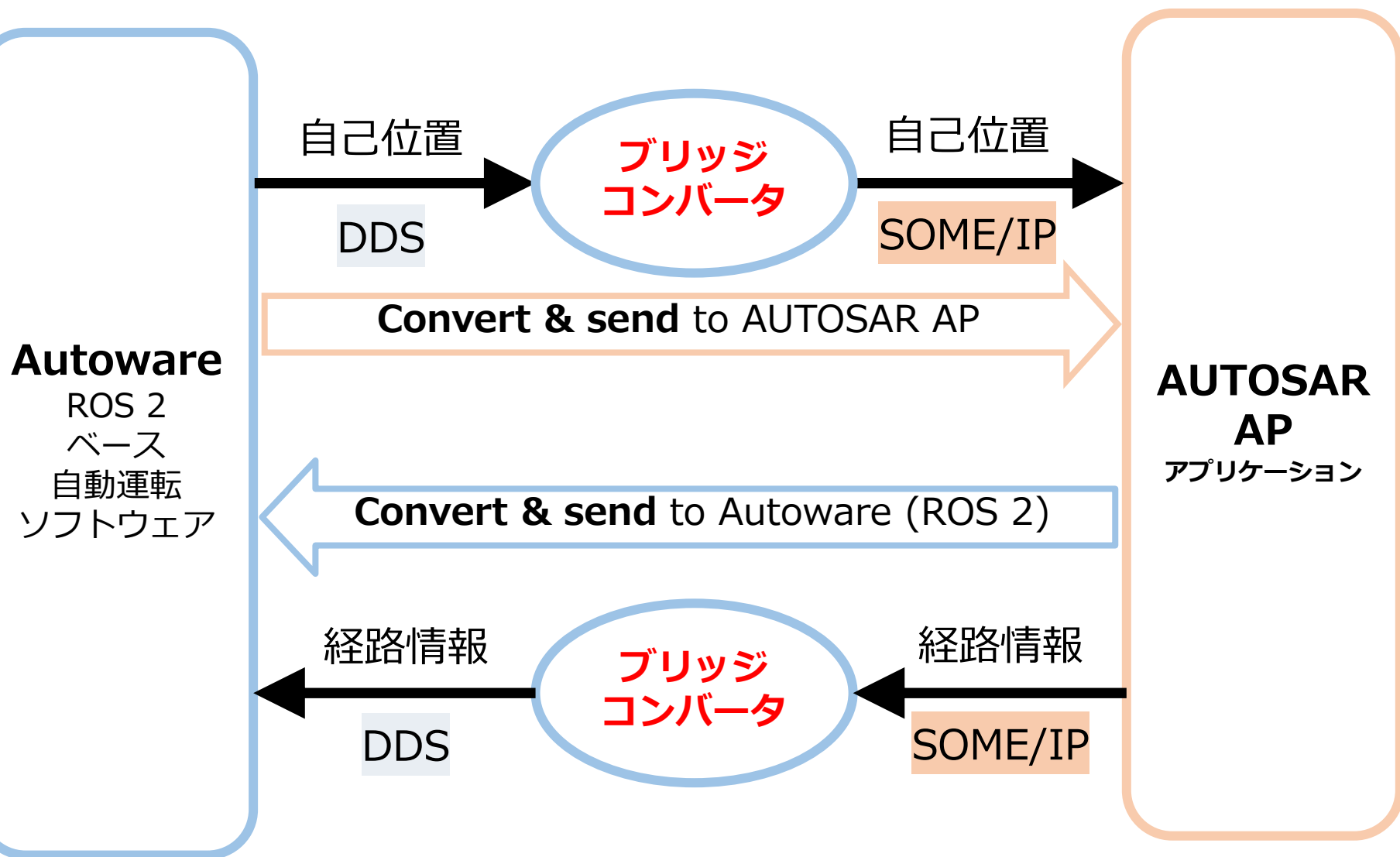
ユースケース

■ Autoware（ROS 2ベース自動運転ソフトウェア）との連携

- Autowareとはオープンソースの自動運転ソフトウェア
- ROS 2ベースで動作する
- 自動運転に必要な機能が備わっている
 - 例：
 - 自己位置推定
 - 経路計画
 - 障害物検出

Autoware (ROS 2ベース自動運転ソフトウェア) との連携

■AUTOSAR APとAutowareの連携



Autwareとの連携例

AUTOSAR AP側→ (経路情報)

ROS 2側↓ (自己位置)

The image displays a ROS 2 environment where an Autware control interface is integrated into a 3D simulation. The interface includes several key components:

- STOP Button:** A prominent orange button for stopping the vehicle.
- AutwareControl:** A section with 'Enable' and 'Disable' buttons to manage the control system.
- Routing:** A section with 'UNGET', 'GET', and 'STOPPED' buttons, likely for managing route information.
- Send Velocity Limit:** A section with a numerical input (0) and a 'Set Emergency' button.
- 3D Simulation:** A top-down view of a car on a road with a green path and various control icons like 'Krn/h', 'D', and 'O'.

```

2024/03/20 01:42:05.547000 10095470 199 ECU: UCH: FSM- log verbose v1 [Update Field to k]
2024/03/20 01:42:15.549000 10095490 200 ECU: UCH: FSM- log verbose v1 [Requesting SYNC state]
2024/03/20 01:42:15.550000 10095500 201 ECU: UCH: FSM- log Info v1 [Update Field to kSmcAct]
2024/03/20 01:42:15.561000 10095510 202 ECU: UCH: FSM- log verbose v1 [Update Field to k]
2024/03/20 01:42:15.563000 10095520 203 ECU: UCH: FSM- log verbose v1 [Requesting SYNC state]
2024/03/20 01:42:25.566000 10095540 204 ECU: UCH: FSM- log Info v1 [Update Field to kSmcAct]
2024/03/20 01:42:25.577000 10095550 205 ECU: UCH: FSM- log verbose v1 [Update Field to k]
2024/03/20 01:42:25.581000 10095560 206 ECU: UCH: FSM- log Info v1 [Update Field to kSmcAct]
2024/03/20 01:42:35.581000 10095580 207 ECU: UCH: FSM- log Info v1 [Update Field to k]
2024/03/20 01:42:35.593000 10095590 208 ECU: UCH: FSM- log verbose v1 [Requesting SYNC state]
2024/03/20 01:42:45.595000 10095600 209 ECU: UCH: FSM- log verbose v1 [Requesting SYNC state]
2024/03/20 01:42:45.596000 10095610 210 ECU: UCH: FSM- log Info v1 [Update Field to kSmcAct]
2024/03/20 01:42:45.608000 10095620 211 ECU: UCH: FSM- log verbose v1 [Requesting SYNC state]
2024/03/20 01:42:55.609000 11196600 212 ECU: UCH: FSM- log verbose v1 [Requesting SYNC state]
2024/03/20 01:42:55.609000 11196600 213 ECU: UCH: FSM- log Info v1 [Update Field to k]
2024/03/20 01:42:55.619000 11196590 214 ECU: UCH: FSM- log verbose v1 [Requesting SYNC state]
2024/03/20 01:43:05.621000 11196210 215 ECU: UCH: FSM- log Info v1 [Update Field to kSmcAct]
2024/03/20 01:43:05.621000 11196210 216 ECU: UCH: FSM- log Info v1 [Update Field to k]
2024/03/20 01:43:15.630000 11196330 217 ECU: UCH: FSM- log verbose v1 [Update Field to k]
2024/03/20 01:43:15.630000 11196330 218 ECU: UCH: FSM- log Info v1 [Update Field to kSmcAct]
2024/03/20 01:43:25.646000 11196460 219 ECU: UCH: FSM- log verbose v1 [Requesting SYNC state]
2024/03/20 01:43:25.646000 11196460 220 ECU: UCH: FSM- log Info v1 [Update Field to k]
2024/03/20 01:43:25.658000 11196580 221 ECU: UCH: FSM- log verbose v1 [Update Field to k]
2024/03/20 01:43:25.658000 11196580 222 ECU: UCH: FSM- log Info v1 [Update Field to kSmcAct]
2024/03/20 01:43:35.660000 11196600 223 ECU: UCH: FSM- log Info v1 [Update Field to k]
2024/03/20 01:43:35.660000 11196600 224 ECU: UCH: FSM- log Info v1 [Update Field to kSmcAct]
2024/03/20 01:43:35.673000 11196730 226 ECU: UCH: FSM- log verbose v1 [Update Field to k]
x SMCW_MCLINT
x SMCW_MCLINT/FSMC_MCLINT
x SMCW_MCLINT/FSMC_MCLINT/app
x SMCW_MCLINT/FSMC_MCLINT/app/myclint/
x SMCW_MCLINT/FSMC_MCLINT/app/myclint/ram
x SMCW_MCLINT/FSMC_MCLINT/app/myclint/ram/run_app.sh
x SMCW_MCLINT/FSMC_MCLINT/app/myclint/ram/run_app_local.sh
x SMCW_MCLINT/FSMC_MCLINT/app/myclint/etc/service_instance_manifest.json
x SMCW_MCLINT/FSMC_MCLINT/app/myclint/etc/myclint
x SMCW_MCLINT/FSMC_MCLINT/app/myclint/etc/somemap.json
x SMCW_MCLINT/FSMC_MCLINT/app/myclint/bin/myclint
x SMCW_MCLINT/FSMC_MCLINT/package.json
x SMCW_MCLINT/FSMC_MCLINT/manifest.json
Use: sync
Use: sync
2024/03/20 01:43:42.513000 11665130 041 ECU: EMXC log warn v5 [EM- State MachineFC off successfully activated]

```

Outline

- 背景
- 前提知識
- 提案手法
- 評価
- **まとめ**

まとめ

■ 背景

- 自動運転の研究が加速しているが研究成果が実際の開発に結びつきにくい
- 研究はROS 2, 開発はAUTOSAR APが標準となっている背景がある

■ 提案手法

- DDSとSOME/IPを変換するブリッジコンバータ
- ROS 2ツールの利用

■ 貢献

- ROS 2とAUTOSAR AP間の協調の実現
- AUTOSAR APにおけるROS 2ツールの利用
- AUTOSAR APの実車に搭載されている機能をROS 2における開発で利用

■ 評価

- 実装したブリッジコンバータの性能評価
- AUTOSAR APとの通信
- ROSbag, Rvizの利用, Autowareとの連携

Github URL:

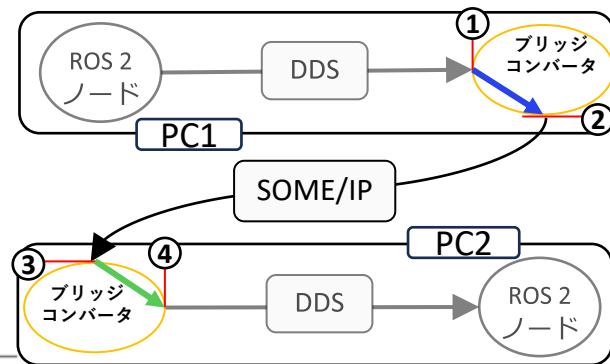
https://github.com/azu-lab/ROS2_AUTOSARAP_Bridge_Converter

ブリッジコンバータの性能評価

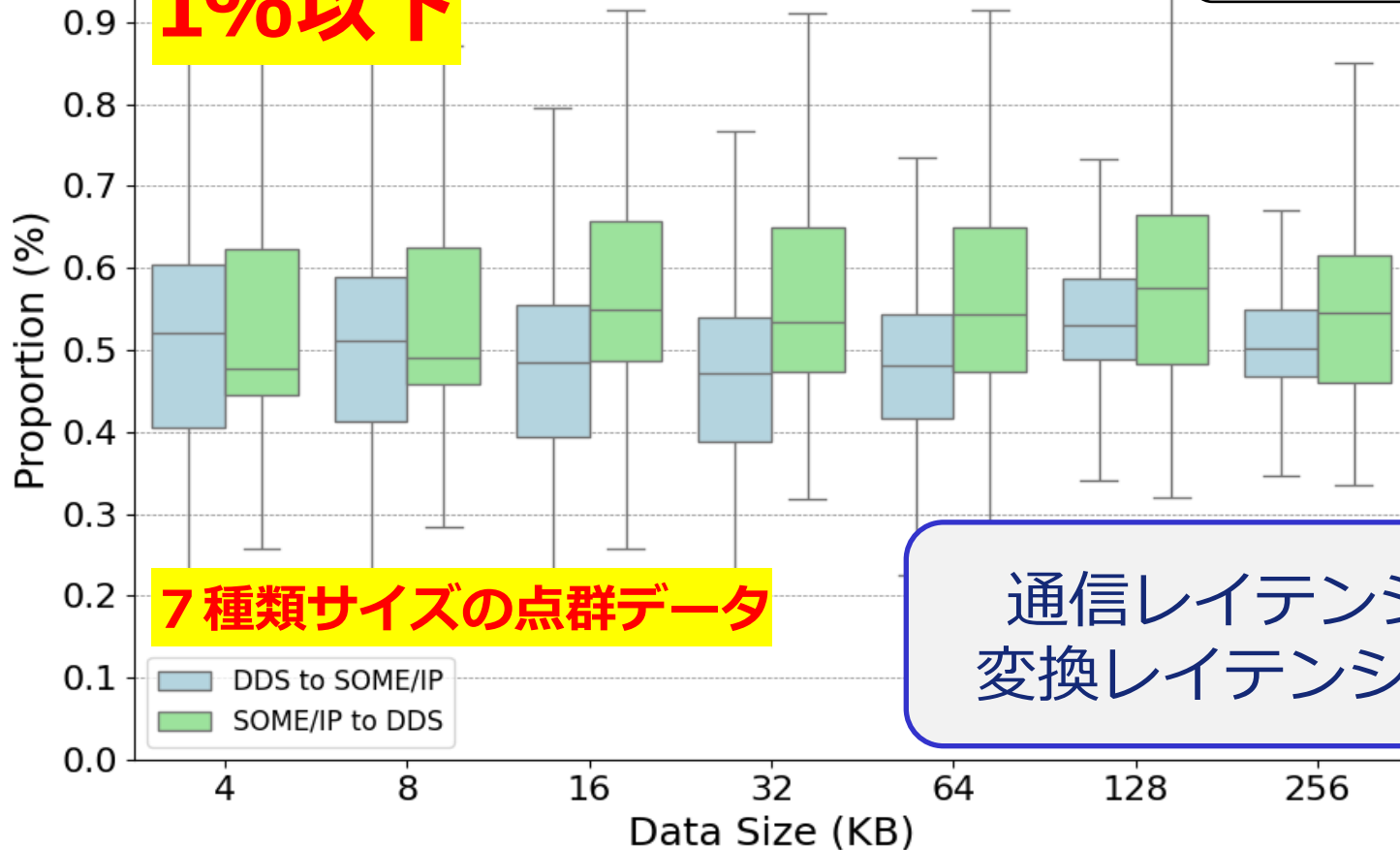
■ 変換レイテンシの比率

$\frac{\text{① to ② (変換時間)}}{\text{① to ③ (通信時間)}}$ (DDS -> SOME/IP)

$\frac{\text{③ to ④ (変換時間)}}{\text{② to ④ (通信時間)}}$ (SOME/IP -> DDS)



1%以下



7種類サイズの点群データ

通信レイテンシに比べ
変換レイテンシは小さい