

6年間の研究成果報告と成果物の紹介

会津大学 吉野大志



ロボット事業における主な研究活動

1. IoTシステムの最適化

- 各種通信プロトコルはどのようなユースケースで採用されるべきか
- IoTシステム中の各スコープではどのような通信プロトコルや、ミドルウェア、フレームワーク、プラットフォームがふさわしいか

2. IoTシステムの構築や運用における利便性の向上

- ロボットシステムをインターネット上で運用可能な各種基盤の開発
- MQTTサーバ(データ交換サーバ)の管理運用

開発済みのRTM用通信インタフェース、シリアライザ、およびロボットシステム管理運用基盤

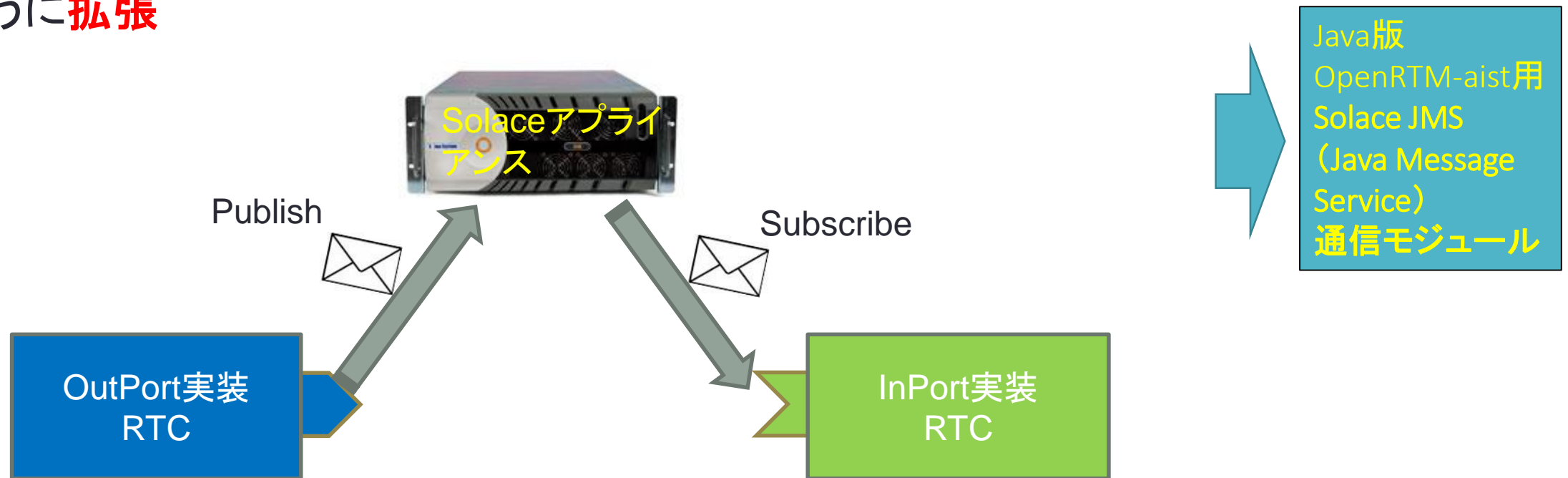
1. Solace JMS (Java Message Service) 通信インタフェース (Java)
2. MQTT (Message Queuing Telemetry Transport) 通信インタフェース (C++、Python)
3. RTシステムリモート管理基盤
4. MQTT-SN (MQTT for Sensor Networks) 通信インタフェース (C++)
5. AMQP (Advanced Message Queuing Protocol) 通信インタフェース (C++)
6. MessagePackシリアライザ、Protocol Buffersシリアライザ (C++)
7. Kubernetes + Gateway RTC による異種システム統合基盤
8. ZeroMQ Pub/Sub and Push/Pull通信インタフェース (C++)
9. WebブラウザとRTCの相互連携システム構築基盤
10. MQTT ver.5.0 通信インタフェース (Python)

オープンソース化済み

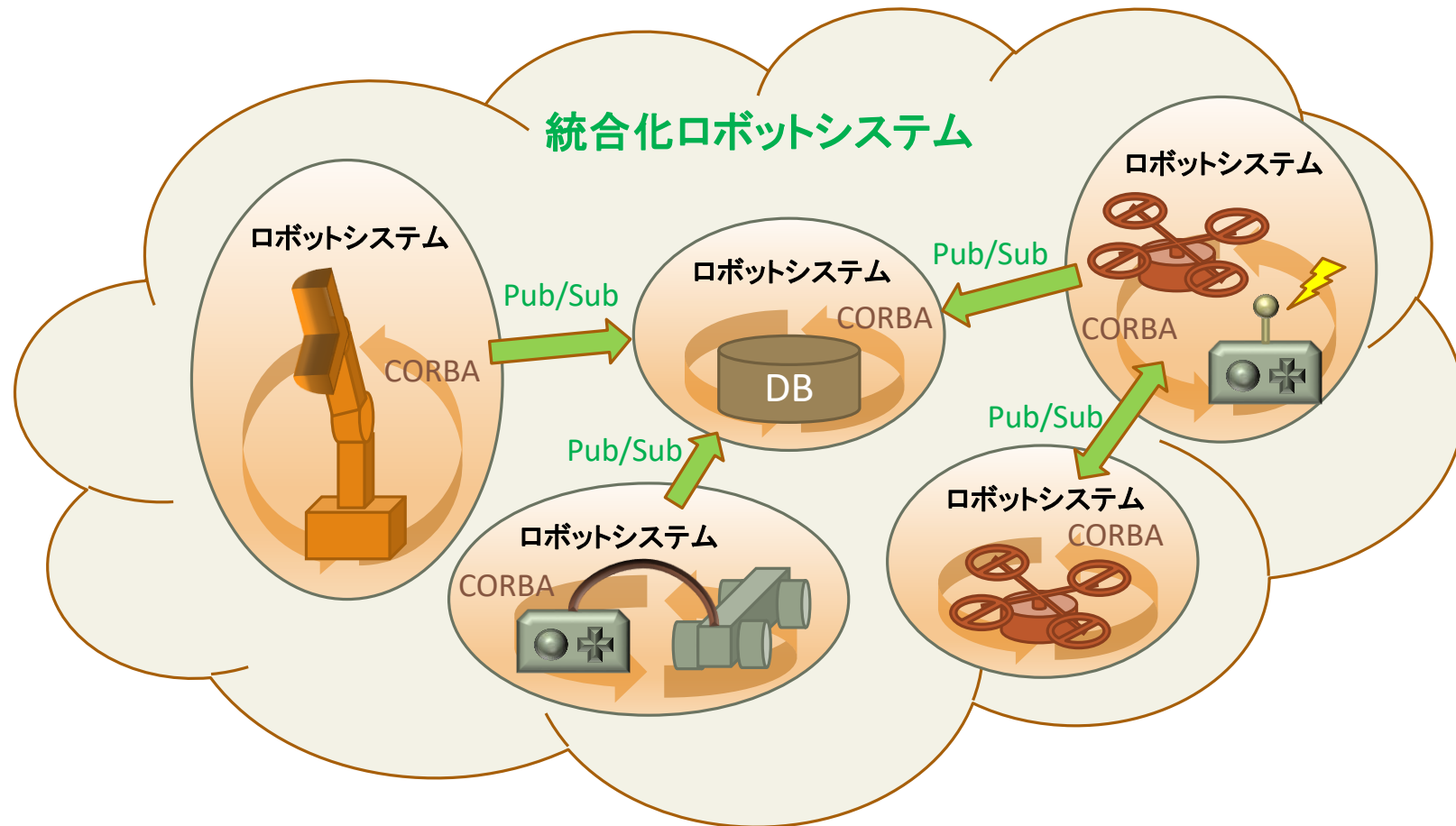
↑
開発済みだが未発表

【SI2016】Solaceを用いたOpenRTM-aistのPub/Sub型メッセージ通信の実装と応用

- OpenRTM-aistのデータポート通信の通信インタフェースとして、CORBA通信の代わりに、SolaceアプライアンスをメッセージBrokerとするPub/Sub型メッセージ通信を選択できるように**拡張**

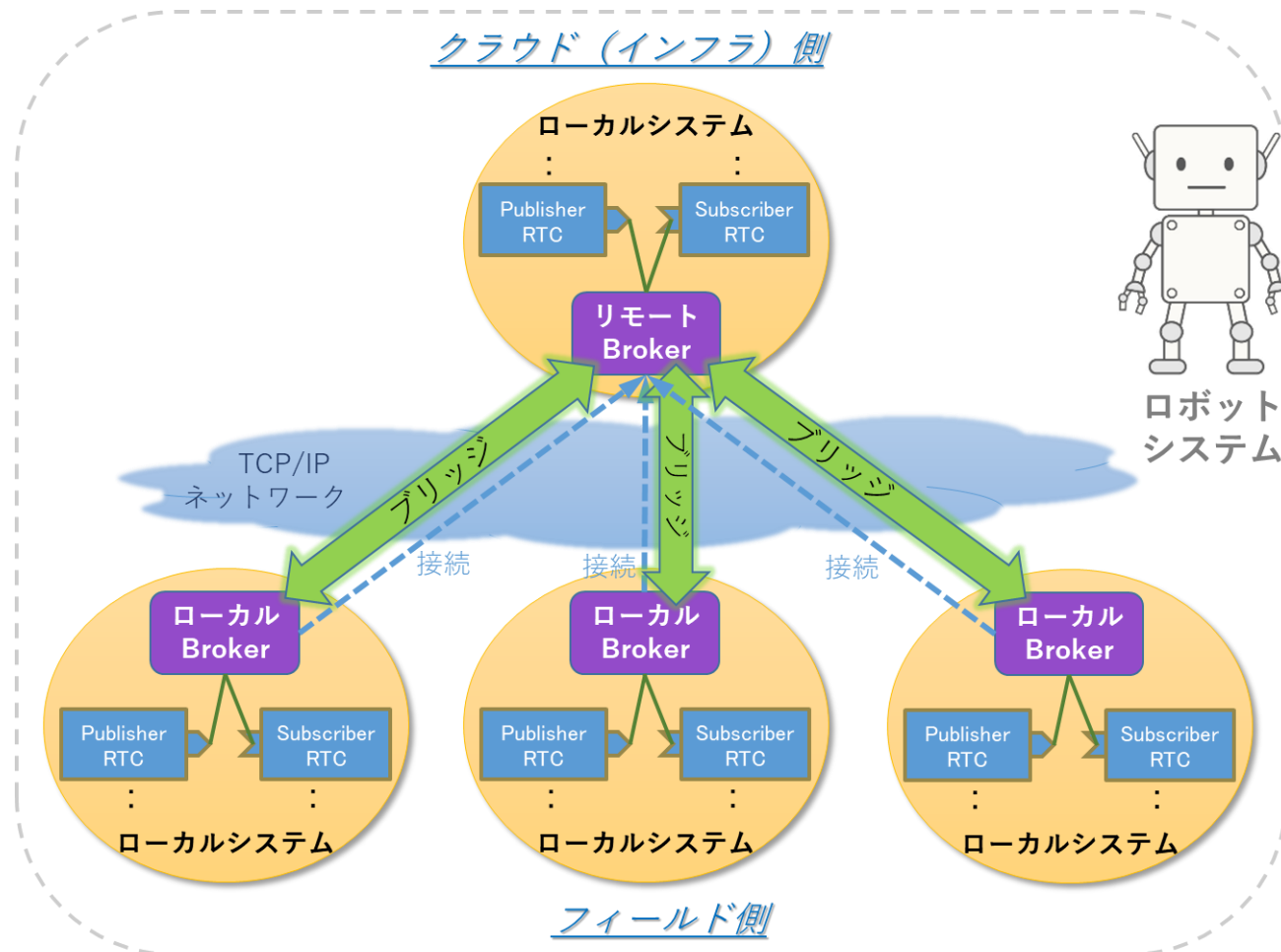


【RM2017】 OpenRTM-aistにおけるCORBA通信とメッセージBroker付きPub/Sub型メッセージ通信による共存システムの可能性と応用例



C++版
OpenRTM-aist用
MQTT
通信モジュール
(MQTT Clientの
ライブラリは
libmosquitto
を使用)

【SI2017】メッセージ Broker 間のブリッジを応用した RTミドルウェアにおける Pub/Sub 型通信インタフェース



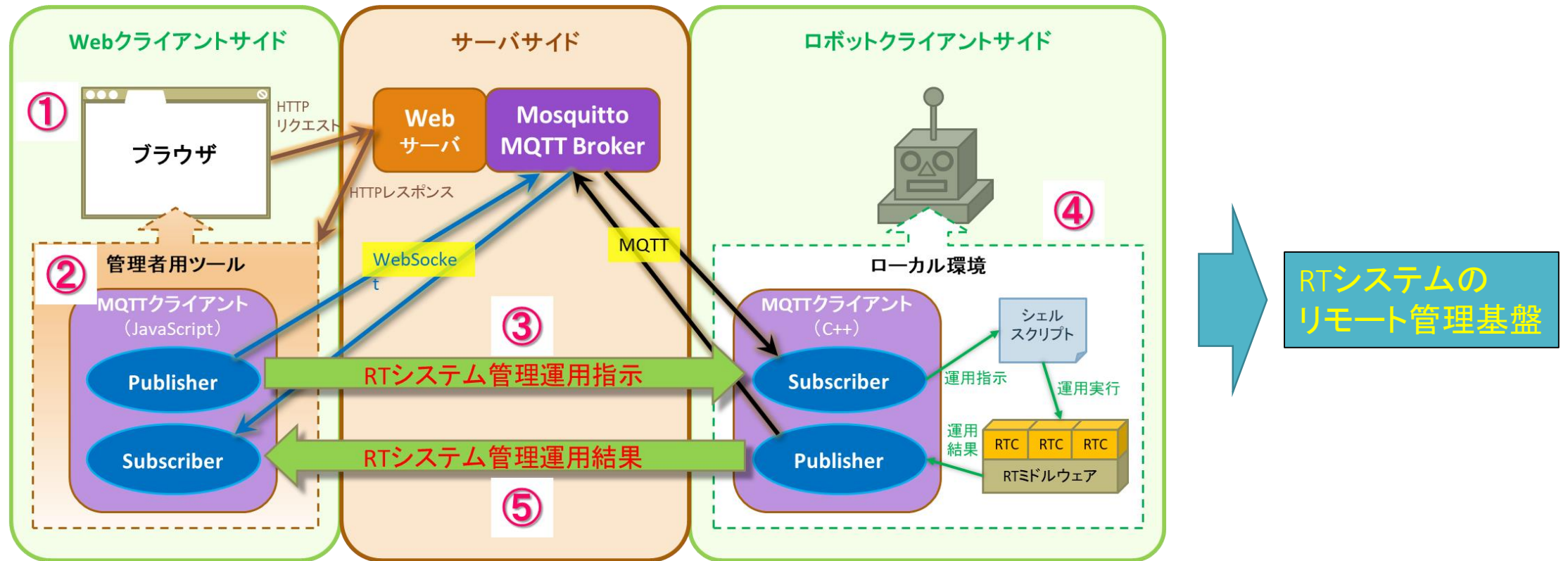
◆ ローカルシステムの部品化

- ✓ 無線等の不安定なネットワーク環境下でのロボットシステムの運用向き
- ✓ あるローカルシステム内で何らかの障害が発生しても他のローカルシステムは影響を受けない
- ✓ ローカルシステムをアドホックに追加・削除可能
- ✓ ローカルシステム内でPublisherの永続化が可能

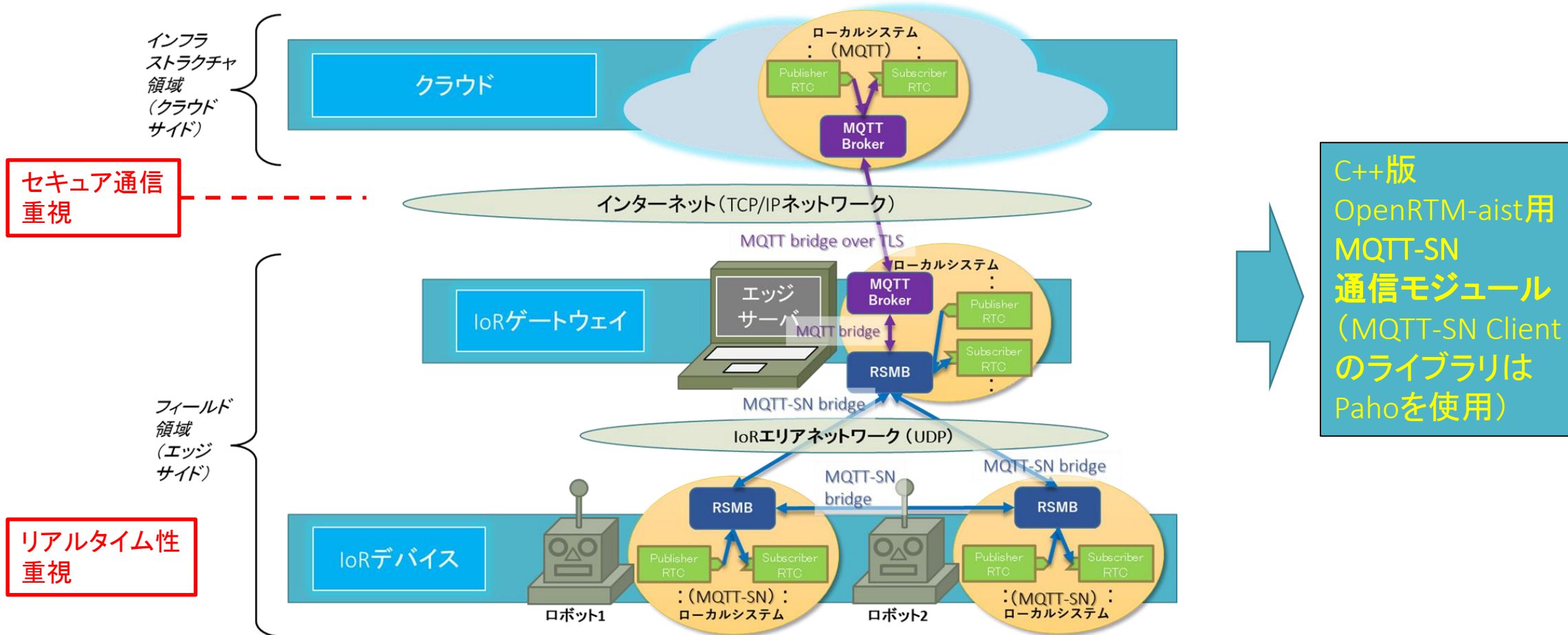
◆ Brokerのブリッジング先をクラウド側Brokerのみに限定

- ✓ ロボット間のF/W越し、NAT越えの通信が可能

【RM2018】Mosquitto MQTT Message Broker を用いた 複数RTシステムのリモート管理基盤の提供



【SI2018】IoR (Internet of Robots) システム構築のためのRTミドルウェア用MQTTおよびMQTT-SN通信インタフェース

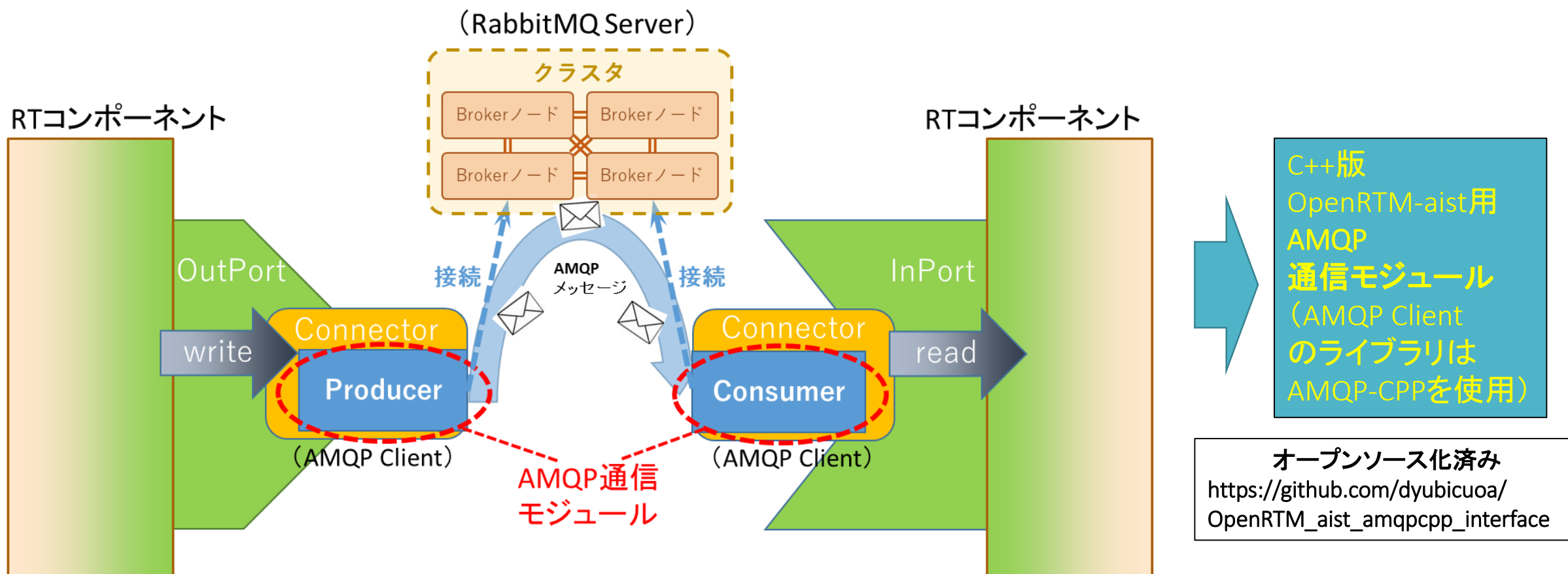


セキュア通信重視

リアルタイム性重視

C++版
OpenRTM-aist用
MQTT-SN
通信モジュール
(MQTT-SN Client
のライブラリは
Pahoを使用)

【RM2019】高信頼性IoRシステム実現のためのRTミドルウェア用AMQP通信インターフェース



RM2019に投稿した論文をブラッシュアップしたものが ジャーナルIEEE ACCESSに掲載

【Title】

A Highly Reliable Communication System for Internet of Robotic Things and
Implementation in RT-Middleware with AMQP Communication Interfaces

【Authors】 Daishi Yoshino, Yutaka Watanobe, Keitaro Naruse

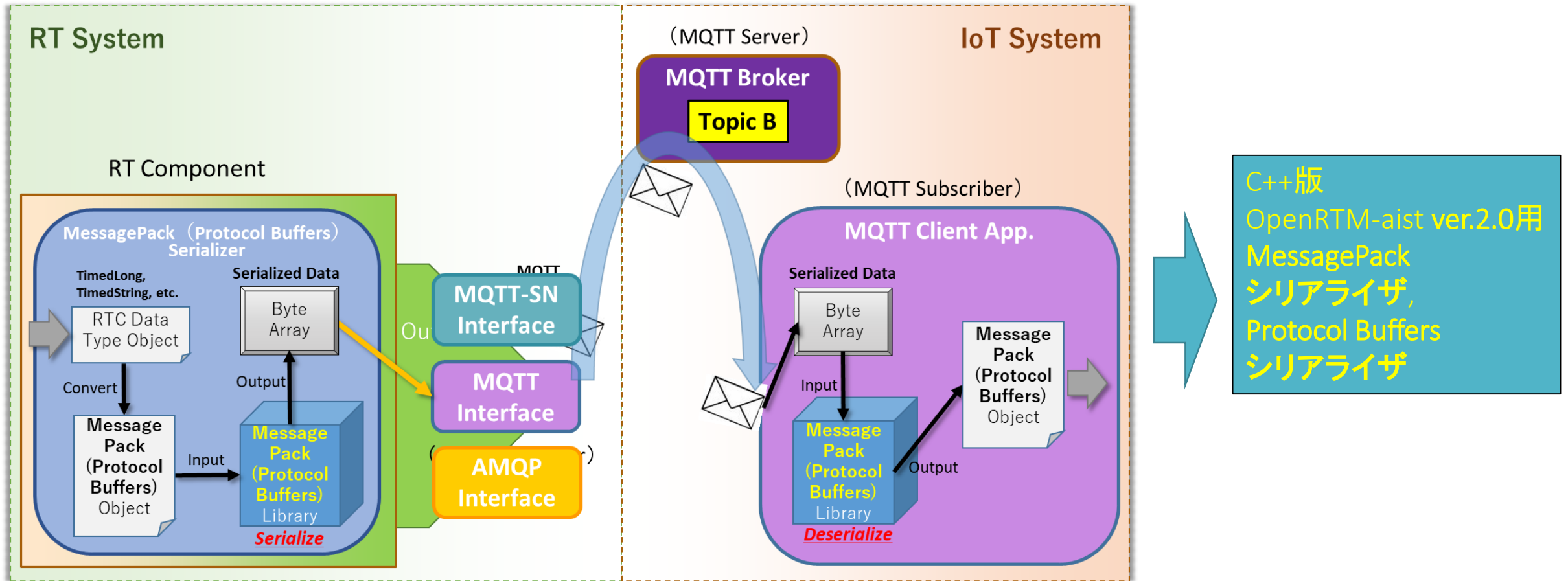
【Published in】 IEEE Access

【Pages】 167229 – 167241

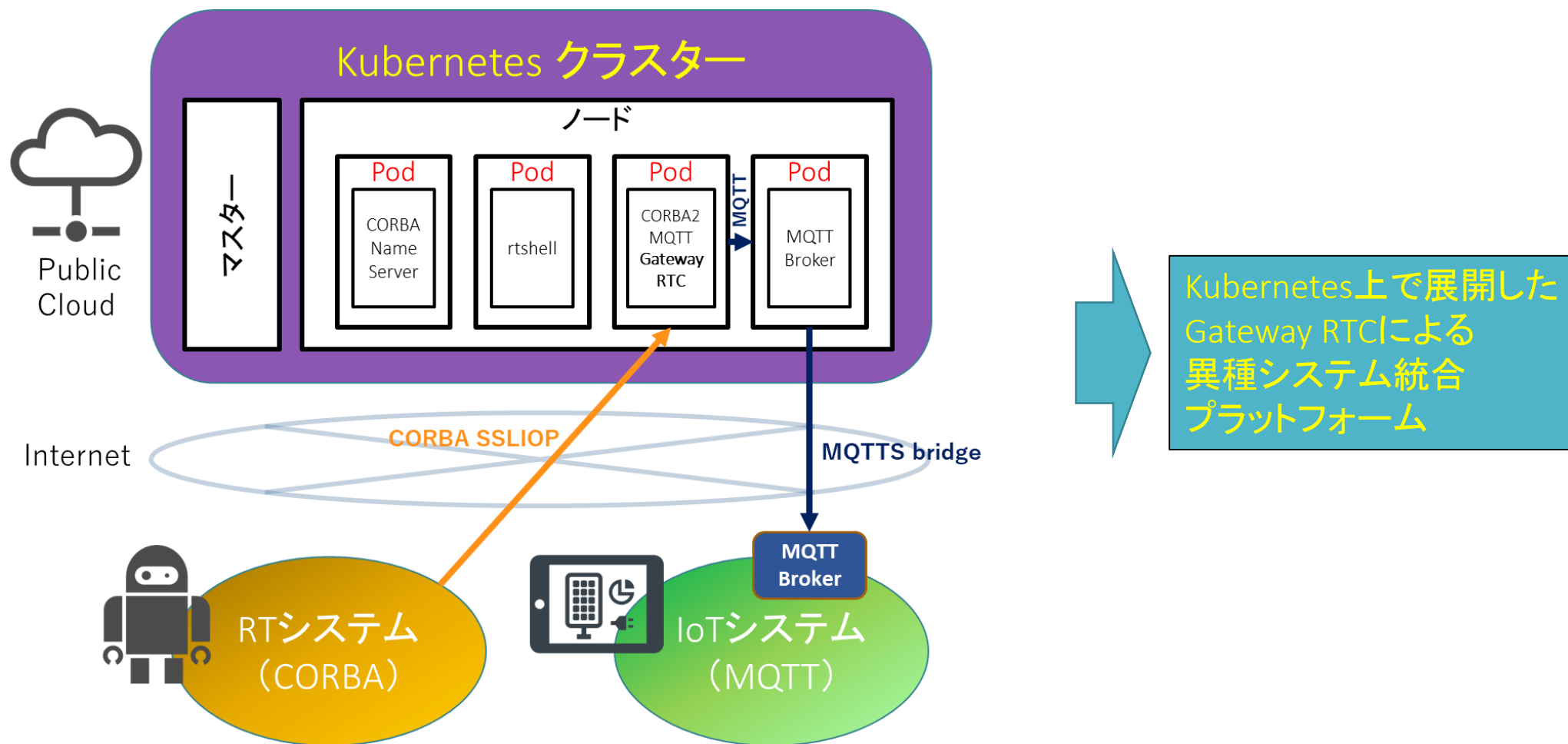
【DOI】 [10.1109/ACCESS.2021.3136855](https://doi.org/10.1109/ACCESS.2021.3136855)

【Date of publication】 20 December 2021

【SI2019】 MessagePackシリアライザ または Protocol Buffersシリアライザによる RTミドルウェアの汎用化



【RM2020】異種システム統合Gateway RTコンポーネントのKubernetesによるプラットフォーム化



【SI2020】OpenRTM-aist用MQTT通信モジュール群とMosquitto MQTT brokerの組み合わせによるIoTシステムの構築方法

CDRシリアルライズ版

- ① OutPortPahoPublisher
- ② InPortPahoSubscriber
- ③ OutPortPahoPubSecure
- ④ InPortPahoSubSecure

特徴

- CDRデータをPayloadに乗せてるだけ
- JSONシリアルライズ版と比べて**データ処理が軽い**
- RTシステムは外部MQTTシステムやクラウドサービスと**連携不可能**

JSONシリアルライズ版

- ⑤ OutPortPahoPubJson
- ⑥ InPortPahoSubJson
- ⑦ OutPortPahoPubJsonSecure
- ⑧ InPortPahoSubJsonSecure

特徴

- CDRデータとJSONデータの相互変換を行っている
- CDRシリアルライズ版と比べて**データ処理が重い**(JSONはテキストである)
- RTシステムは外部MQTTシステムやクラウドサービスとの**連携が可能**

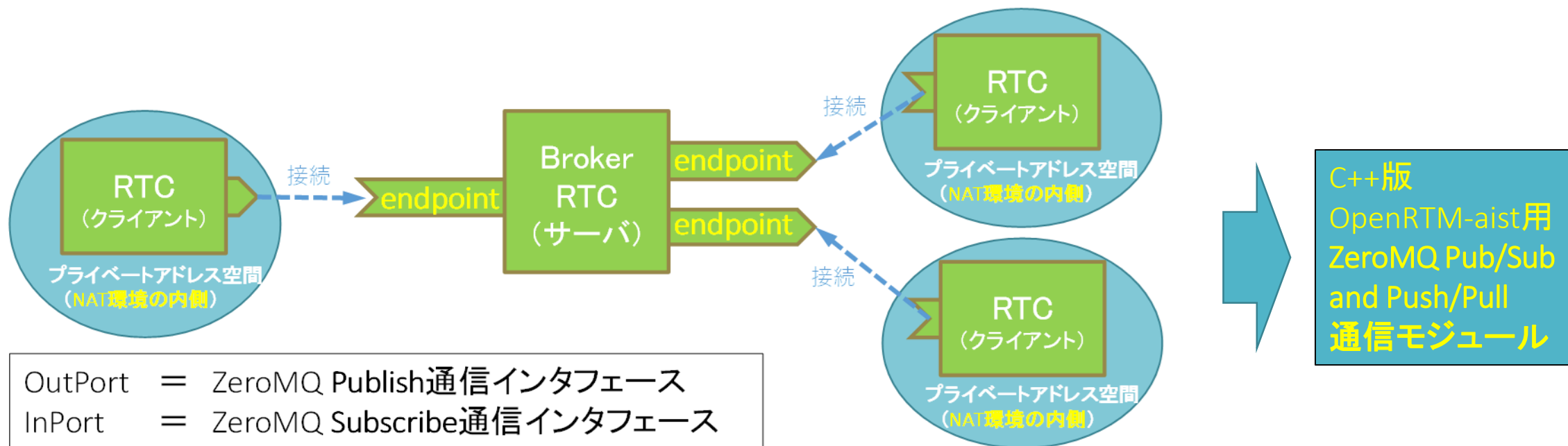


Python版
OpenRTM-aist用
MQTT
通信モジュール
(MQTT Clientの
ライブラリは
paho-mqtt
を使用)

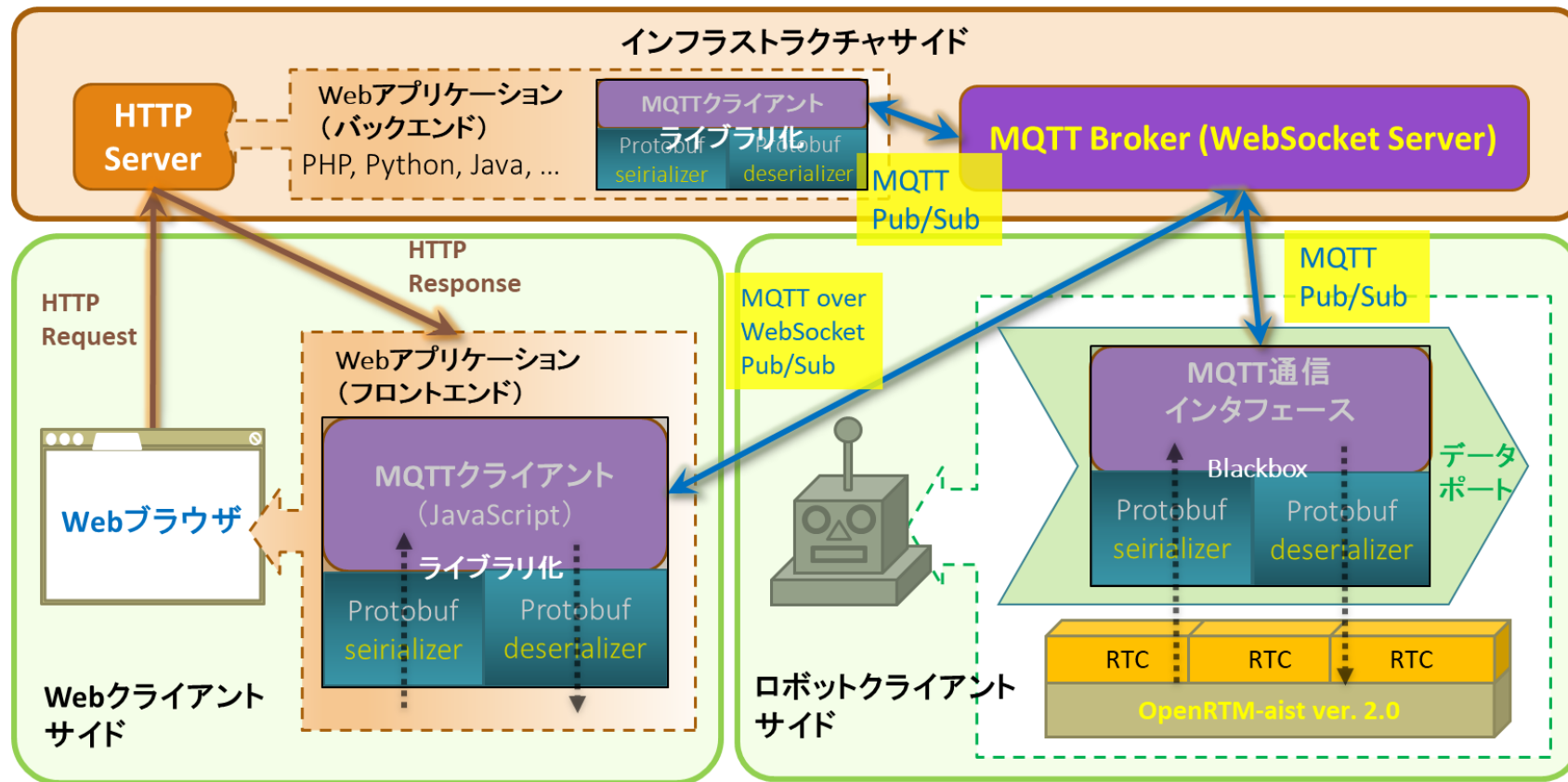
オープンソース化済み
[https://github.com/dyubicuoa/
OpenRTM_aist_paho_mqtt_interface](https://github.com/dyubicuoa/OpenRTM_aist_paho_mqtt_interface)

RTMコンテスト2020
最優秀賞受賞

【RM2021】RTミドルウェア用ZeroMQ通信インターフェースの開発とIoTシステム構築への適用可能性



【SI2021】OpenRTM-aist ver.2.0とMQTTプロトコルによるWebを中心としたサービスロボットシステム構築手法の提案



WebブラウザとRTCが相互連携可能なWoRT (Web of Robotic Things) システム構築基盤