

複数拠点での

複数ロボット遠隔操作システムの

開発と実験的検証

- KISTEC ローカル5Gについて
- 複数ロボットの遠隔制御
 - RSNP
 - モニタリングシステムの開発
 - 接続実験
- 複数拠点からの遠隔制御実験
- まとめ

5Gとローカル5G

5G: 第5世代移動通信システム

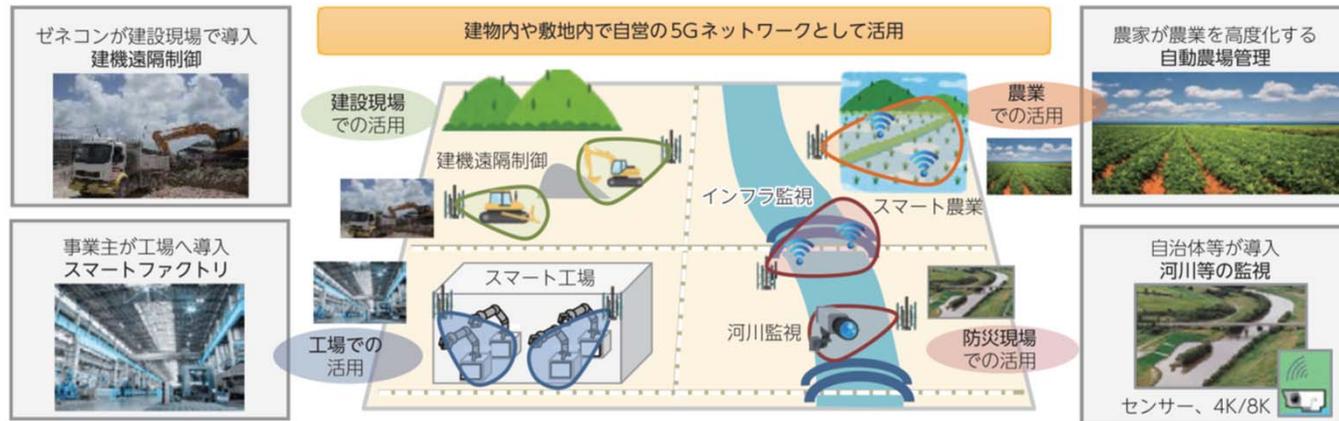
超高速／超低遅延／多数同時接続

産業用/IoTでの活用にも期待

商用サービスは始まっているが、主要性能の実用化は今後

ローカル5G: 5G通信ネットワークを自営して運用することが可能

一定の敷地内や建物内といった条件あり



【出典】
令和3年版
情報通信白書
(p368)

- 2019年12月に制度開始 (28.2~29.1GHz帯 と 4.6~4.9GHz帯)
- 無線局免許が必要 (免許制による安定性はメリット)
- SIMによるセキュリティ向上

ローカル5G

Sub6帯 (4.6-4.9 GHz)

ローカル5G無線局免許取得

鉦工業系の公設試験機関で初

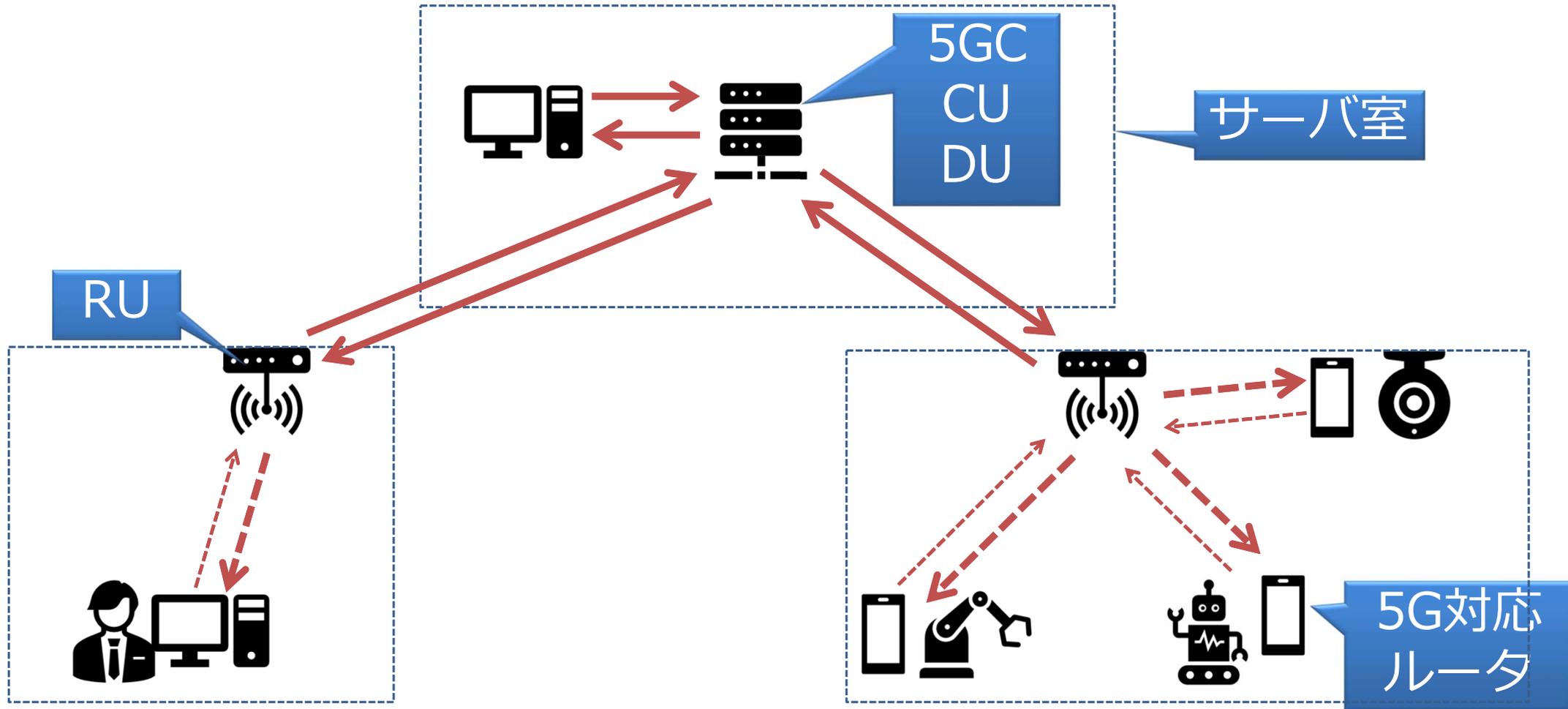
5Gユーザ向け製品／サービスの開発

- (ローカル) 5G対応製品
(5G通信モジュールの活用)
 - 5G対応製品向けの部品や部材
 - 端末向けアプリケーションソフト／サービス
⇒ 5G通信環境での評価・検証
- ユースケース開発 (IoTやAIでの活用)



ローカル5G等の実証用スペース

KISTEC設備現状



複数機器の連携

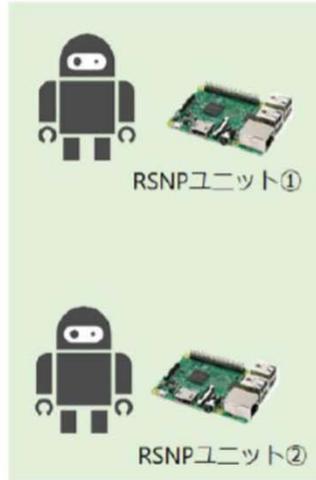
- メーカーが違ったり、仕様が違くと、同一の操作系での操作が困難
- 共通のプロトコルが必要



- RSi(Robot Services initiative) が開発したRSNPを利用
- メーカーの違うロボットや、ロボット以外のセンサーをつなぐ共通プロトコル
- 機器や制御情報の追加が容易

RSNP構成

ロボット+RSNPユニット



RSNPサーバ

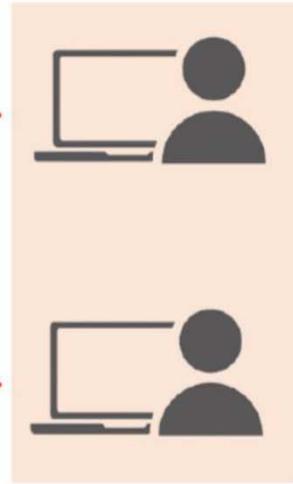


データベース



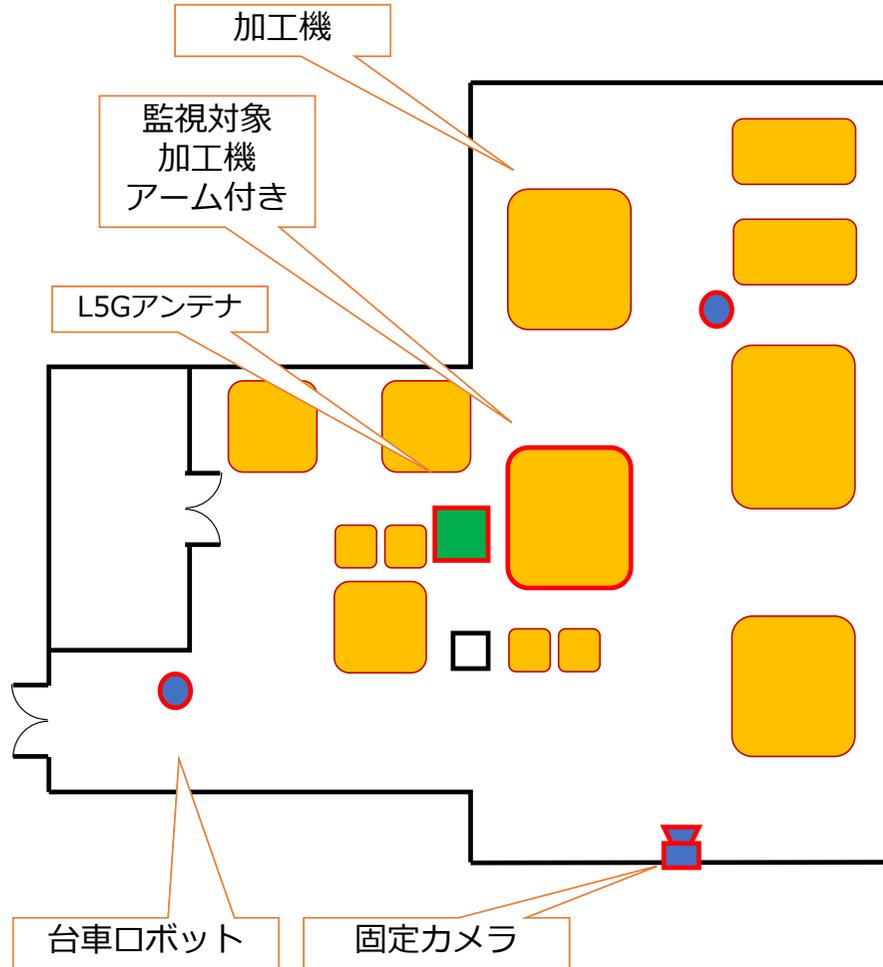
芝浦工業大学 加藤宏一郎

操作者

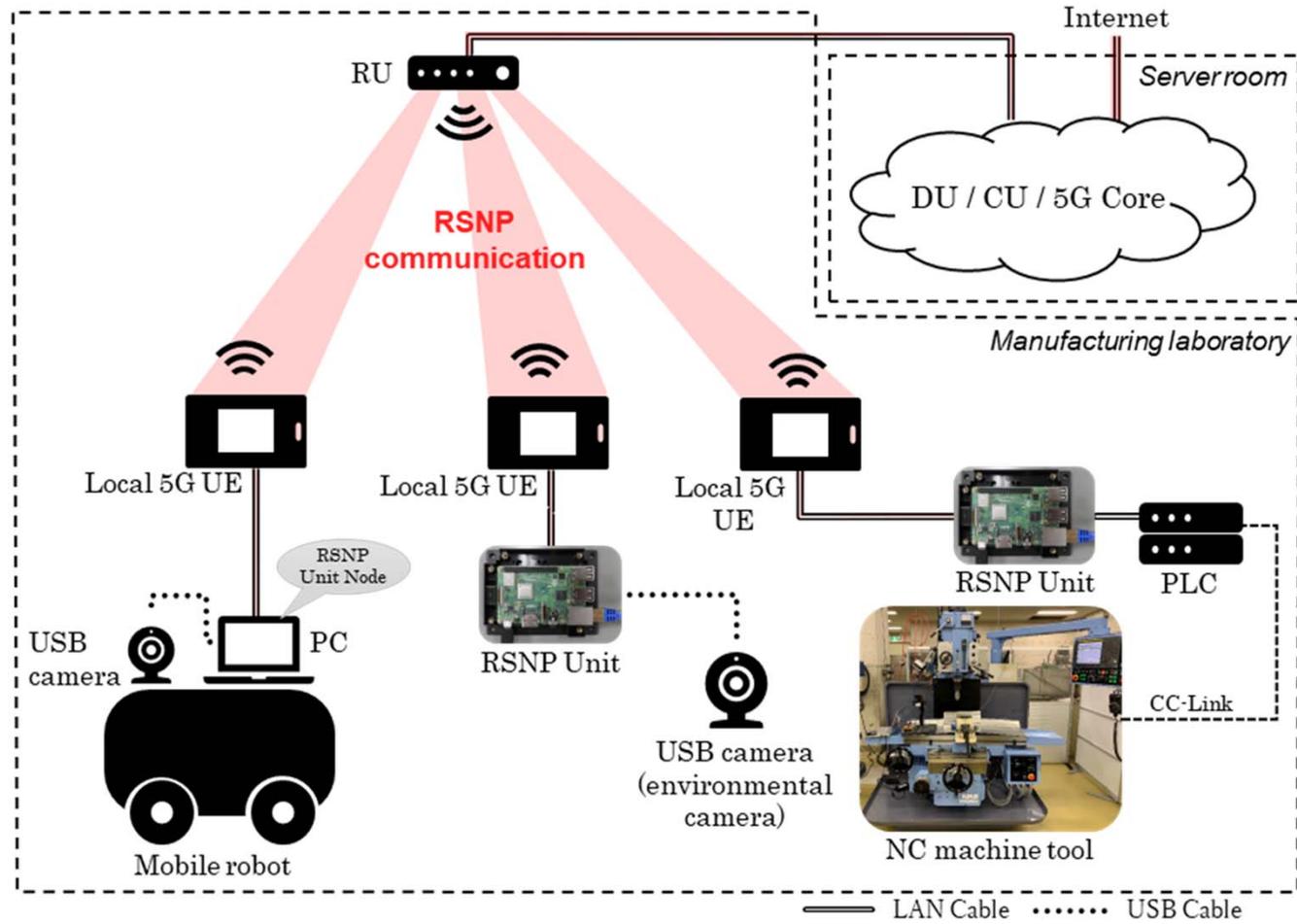


- 機器は、**機器の状態をデータベースに登録**
- オペレータや他の機器は、**データベースから機器の状態を把握**
↓↑
- オペレータや他機器は、**機器への命令をデータベースに登録**
- 機器は、**データベースを参照し、命令を受信し実行**

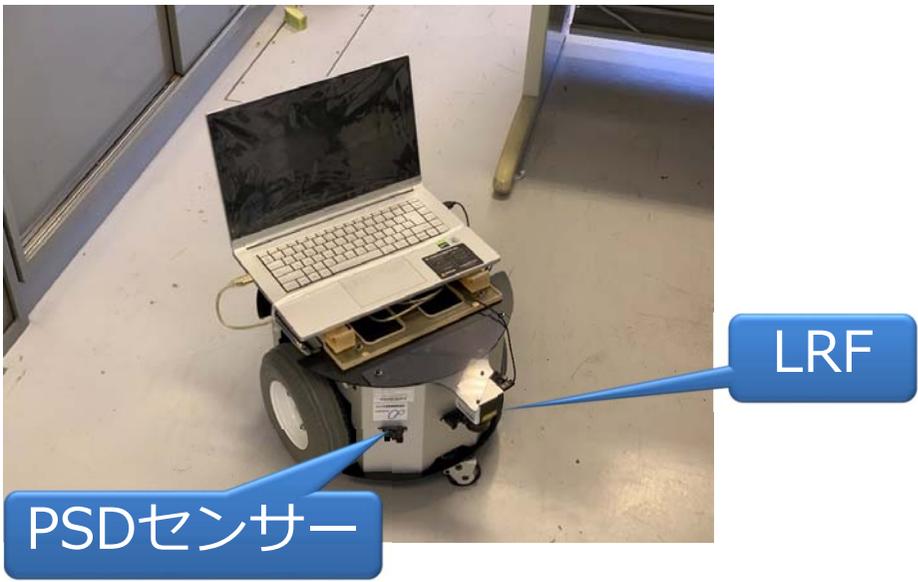
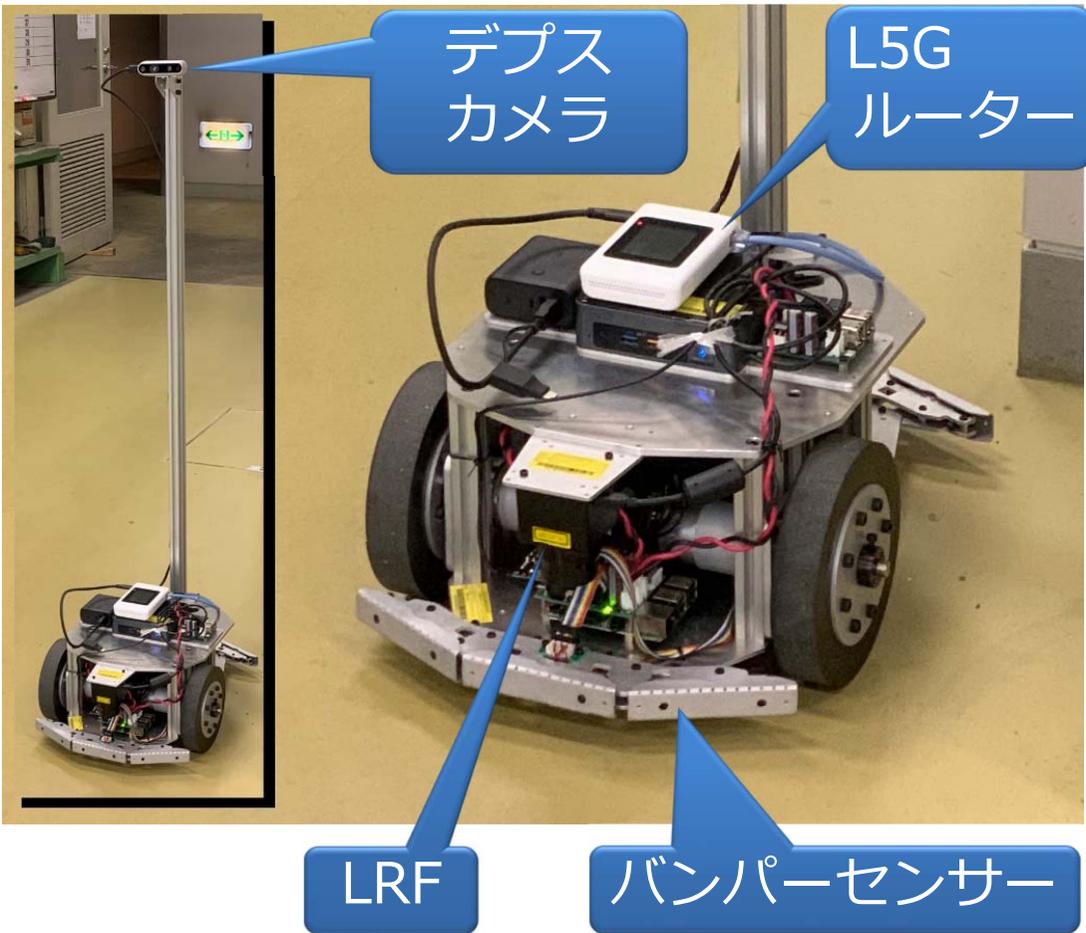
実験室レイアウト



システム構成



台車ロボット



	台車ロボット①	台車ロボット②
名称	ヴィストン メガローバー Ver2.0	イクシス iWS09-MS
寸法	L396 mm x W353 mm x H166 mm	φ45 mm x H277 mm
積載重量	40 kg	15 kg
駆動方式	2輪駆動 (+キャスター1個)	2輪駆動 (+キャスター2個)
最高速度	1.4 m/s	1.0 m/s
センサー	LRF 1個 バンパーセンサー 2個 デプスカメラ 1個	LRF 1個 位置検出素子センサー 6個

ロボットアーム



Web
カメラ

ロボット
アーム

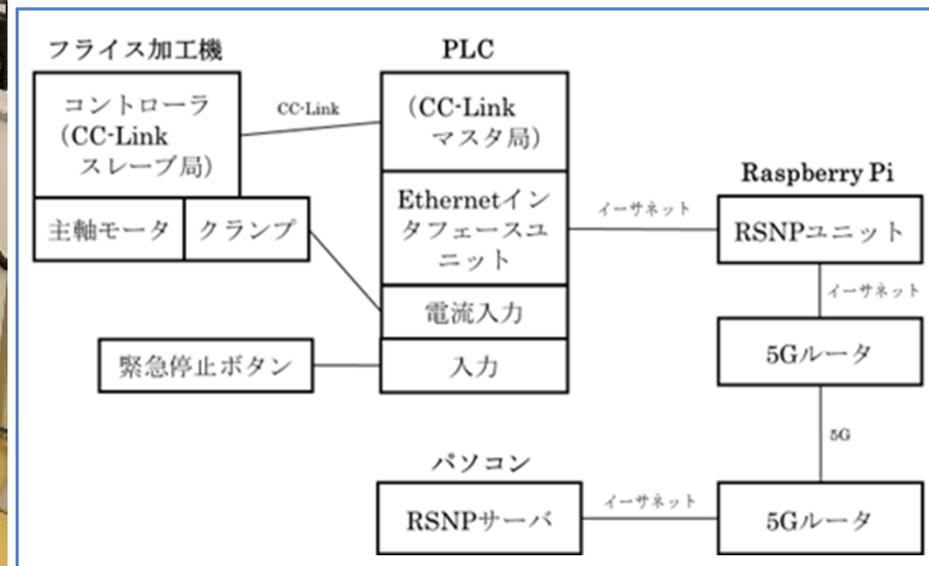
アーム・カメラ
制御用PC

緊急停止ボタン

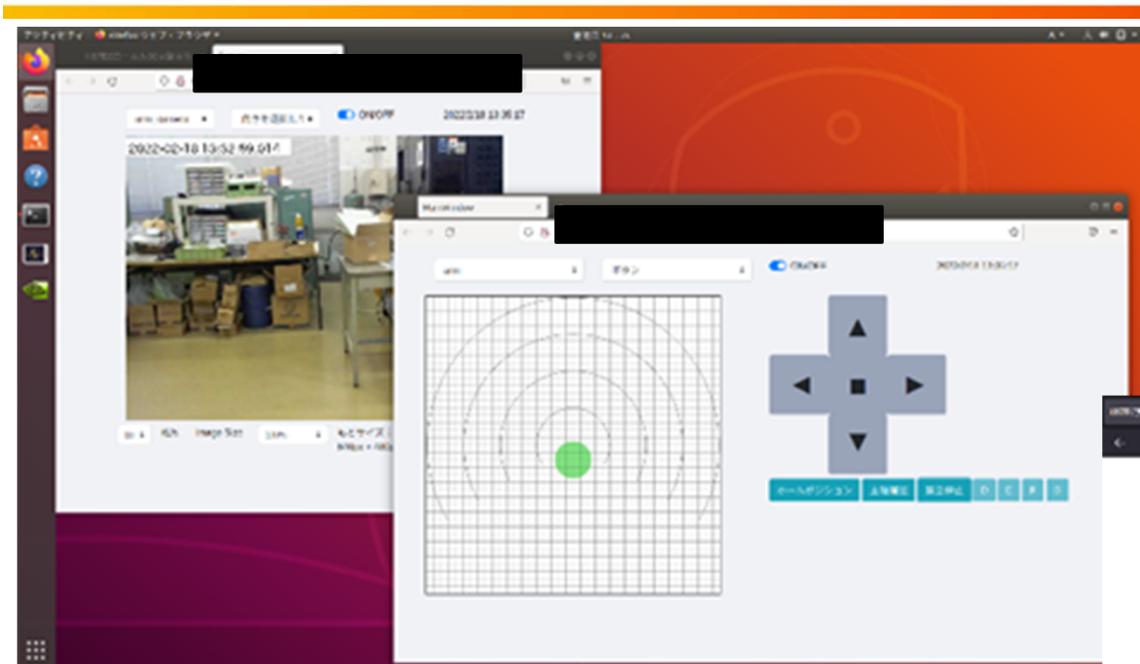
名称	ROBOTIS OpenMANIPULATOR-X
自由度	4軸+グリッパ
リーチ長	380 mm
可搬重量	500 g
速度	46 RPM
繰返し精度	0.2 mm以下

監視対象加工機

監視対象
(フライス)



台車ロボット移動指示と位置モニタリング



再生速度 2.0x

2022年2月25日10時53分18秒(金)

KISTECローカル5G実証実験システム 【センサーデータ】

自動取得 ON/OFF : ON

表示件数100件

手動取得

robot_id	created_at	key_1	key_2	value
iwashita_nr2	2022-02-25 10:53:49.0	PLC	X mm	105995
iwashita_nr2	2022-02-25 10:53:49.0	PLC	rpm	0
iwashita_nr2	2022-02-25 10:53:48.0	PLC	MONI	good
iwashita_nr2	2022-02-25 10:53:47.0	PLC	X mm	105995
iwashita_nr2	2022-02-25 10:53:47.0	PLC	rpm	0
iwashita_nr2	2022-02-25 10:53:46.0	PLC	MONI	good
iwashita_nr2	2022-02-25 10:53:45.0	PLC	X mm	105995
iwashita_nr2	2022-02-25 10:53:45.0	PLC	rpm	0
iwashita_nr2	2022-02-25 10:53:44.0	PLC	MONI	good

センサーデータ表示画面

複数拠点での複数ロボット遠隔操作システム実験



2023国際ロボット展（2023年11月29日～12月2日）にてビッグサイトから、複数拠点として、KISTEC（海老名）、芝浦工大（豊洲）において、それぞれの拠点でRSNPシステムに繋いだ複数のロボットを、遠隔操作し動作検証を行った。

模擬タスク

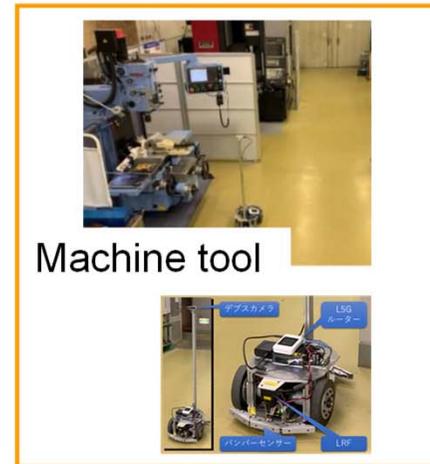
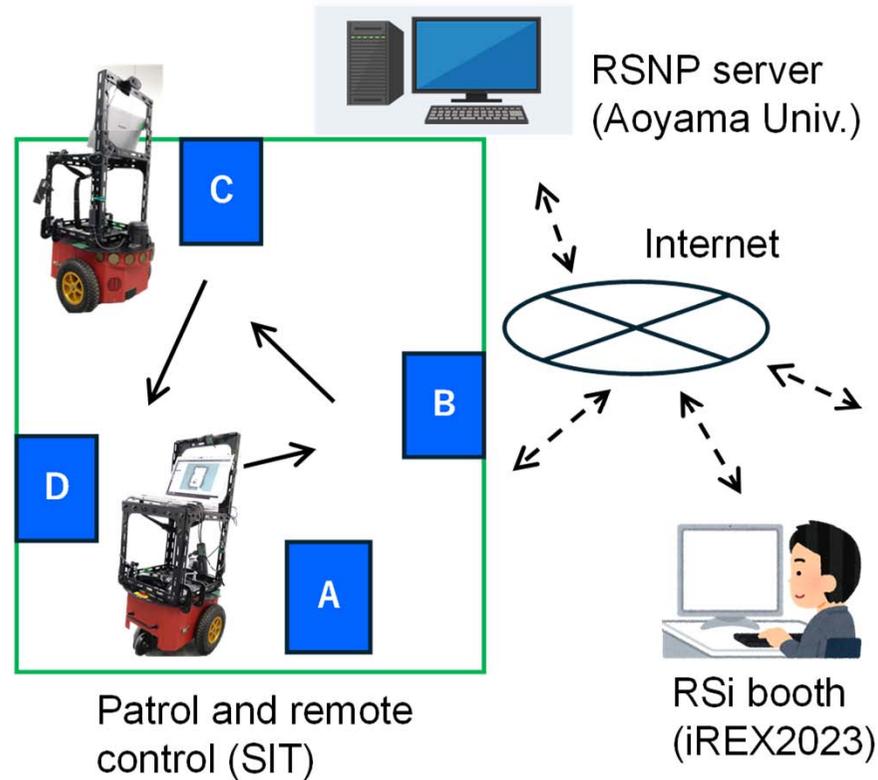
・ 模擬タスク 1 : 工作機械の異常確認

遠隔操作で、予め登録した監視位置へ移動し、移動ロボットのカメラで操作パネル盤を見に行く。

・ 模擬タスク 2 : 複数ロボットによる巡回

3カ所配置 (B、C、D) したパネルを巡回して見に行く。

また、この際に、2台同時に巡回動作をすることと、1台を遠隔操作に切り替えることの確認を行う。



Check for machine tool error (KISTEC)

ロボティクス・メカトロニクス 講演会 2024
「マルチサイト遠隔操作ロボットシステムの開発 — 2023国際ロボット展におけるKISTEC-SIT-RSi間での遠隔操作検証実験」

MainWindow x +

セキュリティ保護なし | [Redacted]

00:00:00 領域の選択 オーディオ ポインターの録画

kistec_env_c [Dropdown] 10 [Dropdown] ON/OFF

2023-12-01 16:32:35.143



iws [Dropdown] 10 [Dropdown] ON/OFF iws [Dropdown] ボ [Dropdown] ON/OFF

2023-12-01 16:34:15.672



A B C D E
F Stop

操作指令 :

Windows taskbar: 20°C 2023/12/01

まとめ

- KISTECでは工作機械の異常時に様子を見に行く、芝浦工大では2台のロボットでの巡回を想定した。
- インターネット、Wi-Fi通信、モバイル通信、ローカル5G通信を通信を行った。
- それぞれ遠隔操作、ナビゲーション、障害物回避、すれ違いなど基本的な動作を検証できた。

ご清聴ありがとうございました



※本研究は、2022年度公益財団法人JKA公設工業試験研究所等におけるおける共同研究補助事業補助事業の成果を活用しました。