

総務省 電波利活用セミナー2019

5Gを活用した 産業用ロボット制御の取り組み

2019年 6月 4日

九州工業大学

池永 全志, 西田 健



国立大学法人

九州工業大学



◆ 池永 全志 (いけなが たけし)

- 九州工業大学 大学院 工学研究院
電気電子工学研究系
- 専門：情報ネットワーク
- <http://www.net.ecs.kyutech.ac.jp>

◆ 西田 健 (にしだ たけし)

- 九州工業大学 大学院 工学研究院
機械知能工学研究系
- **KiQ Robotics (株)** CTO
- 専門：ロボット工学, 人工知能, 制御工学
- <http://lab.cntl.kyutech.ac.jp/~nishida/>



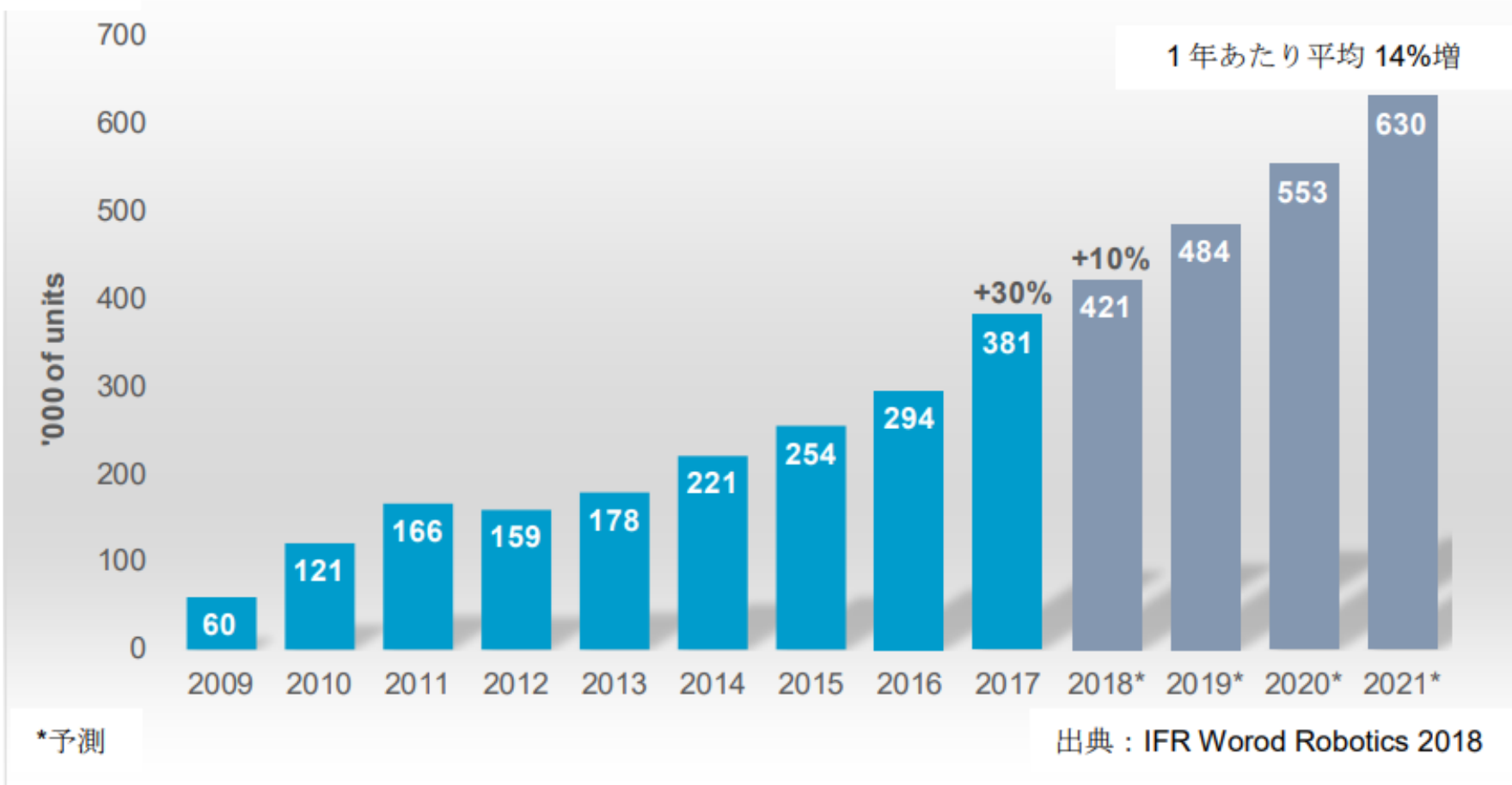
1. 生産現場における産業用ロボット活用
2. 産業用ロボット制御の無線化
3. 5G 総合実証での取り組み
 - A) 実証実験の概要
 - B) 5Gで接続した産業用ロボットの動作検証
 - C) 通信特性計測
4. まとめ

産業用ロボット市場（1）



2009-2017年及び2018*-2021年*の世界全体の産業用ロボットの推定年間販売台数

単位：1,000台



過去5年間で世界の産業用ロボットの販売台数は2倍に(2013-2017年)

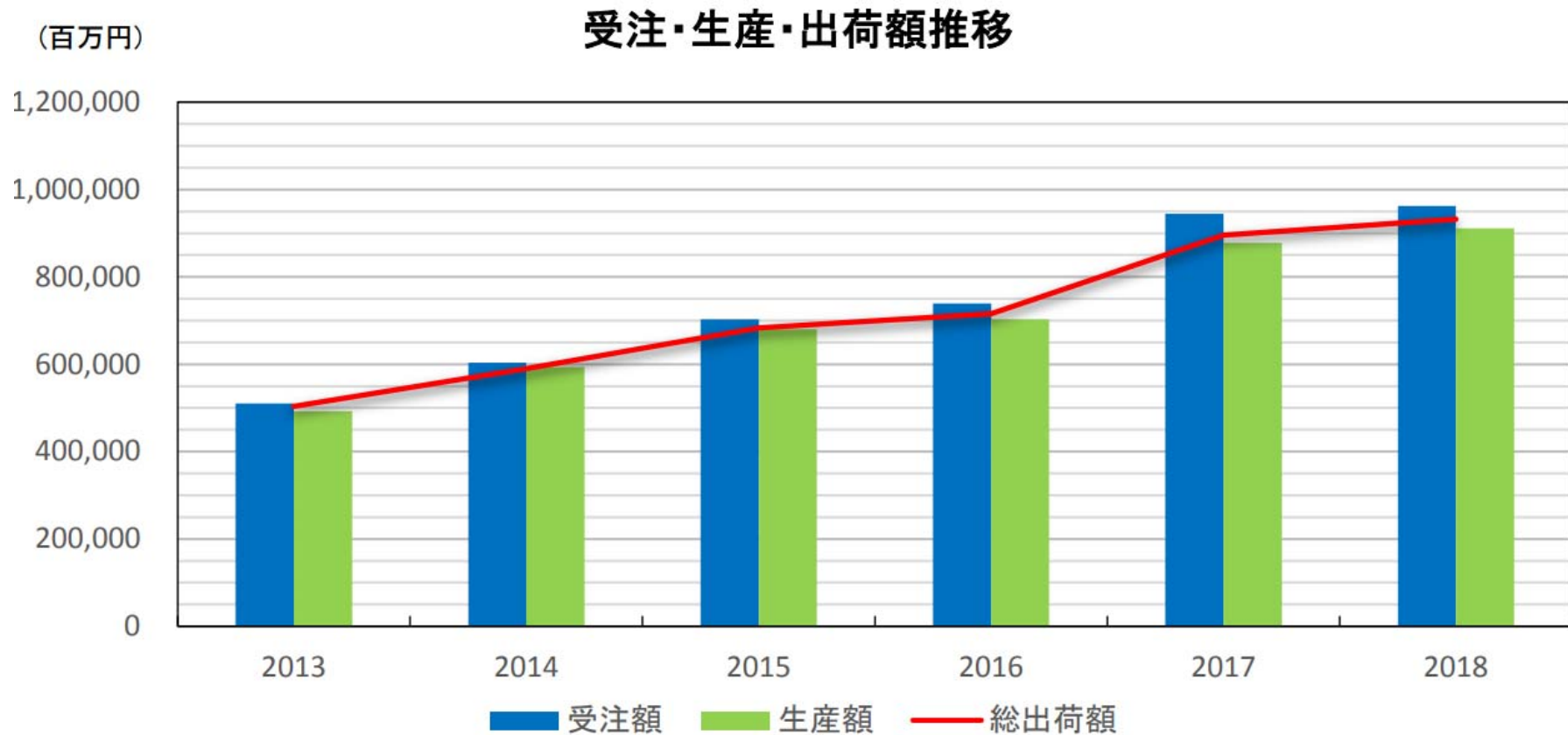
※出典：2018年 国際ロボット連盟（IFR：International Federation of Robotics）

産業用ロボット市場（2）



◆ 国内実績

■ 2018年 総出荷額 932,294百万円（前年比 4.1%増）

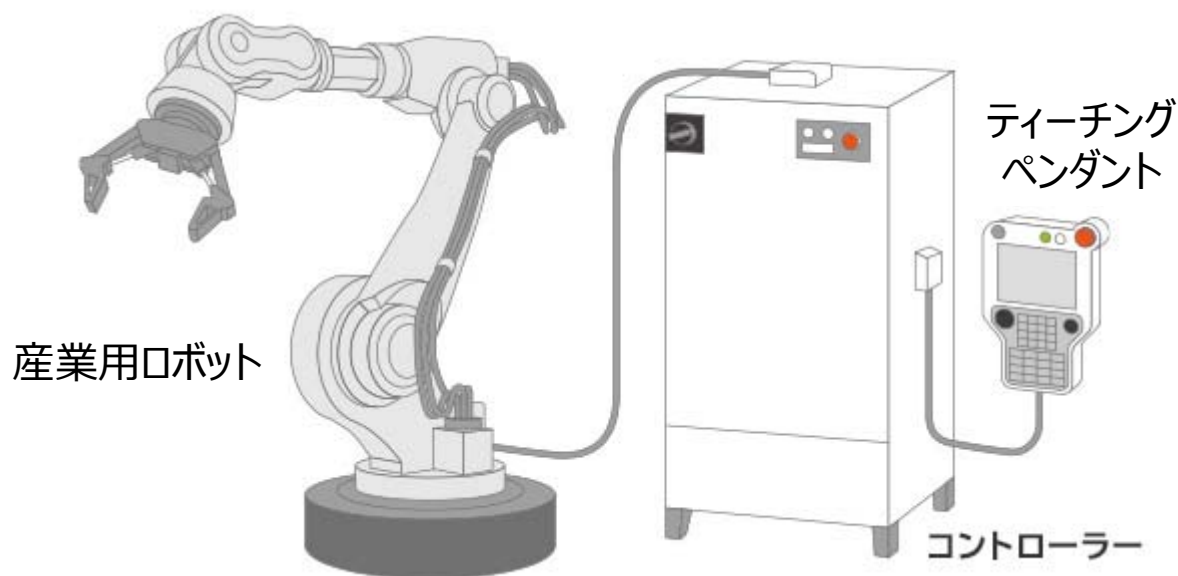


※ 出典：日本ロボット工業会，年間統計（1～12月，会員+非会員），2018年

一般的な産業用ロボットシステム



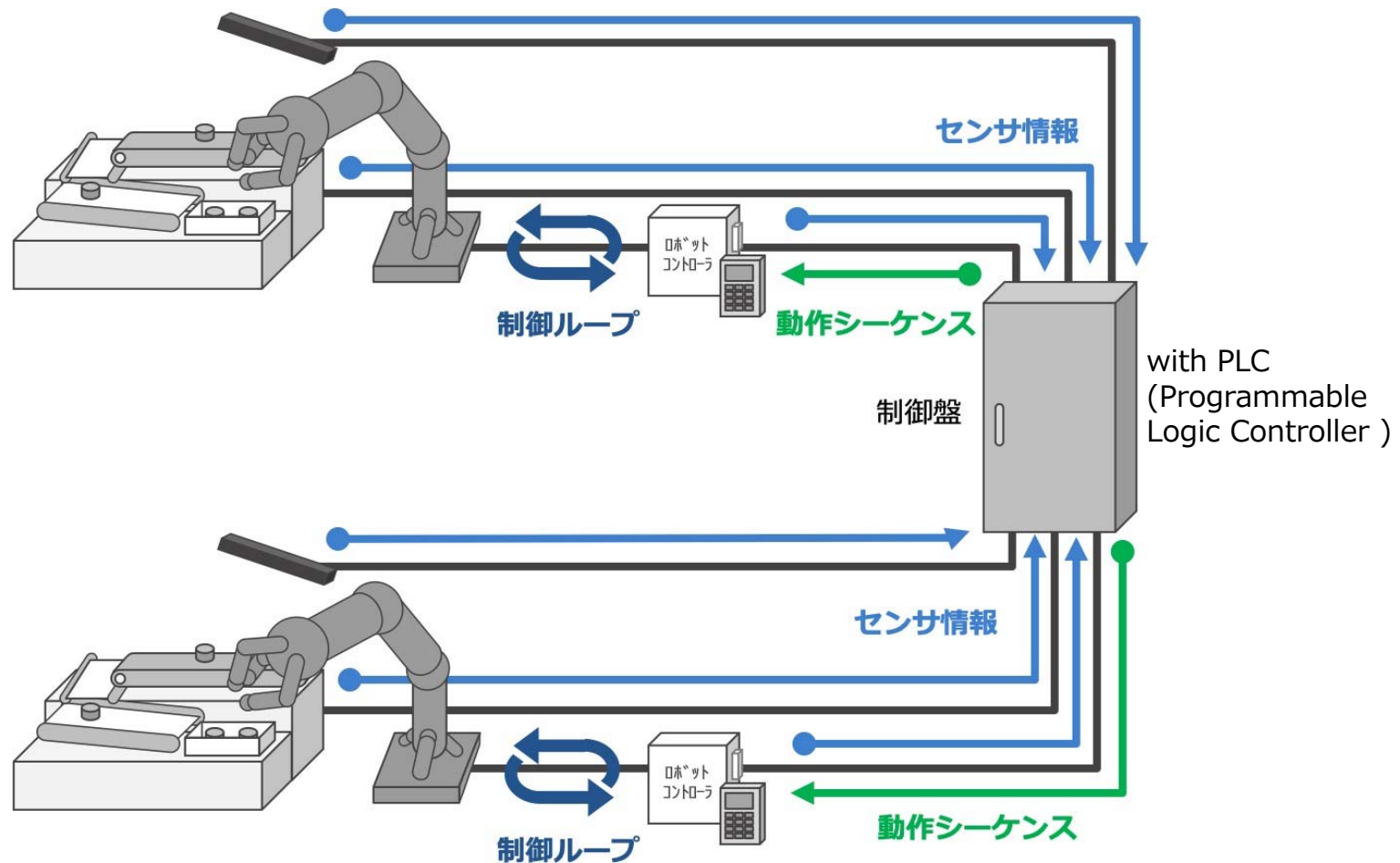
- ◆ 産業用ロボットとロボットコントローラを接続
- ◆ ティーチングペンダント（UI端末）を利用してロボットの動作をプログラムする



従来のFAシステムにおけるロボット運用例



- ◆ 複数台のロボットやセンサを制御盤によって接続
 - 全ての構成機器を専用の回線で接続
 - ロボットコントローラとPLCに格納された動作シーケンスプログラムに従って動作



生産現場における産業用ロボット利用の課題



◆ 消費者ニーズの多様化により、 工場では**多品種少量生産への対応が必要**

- 産業機の配置や作業内容の変更で再教示が必要
- 利益率を確保するため、
生産準備時間（**リーディングタイム**）の短縮が必要

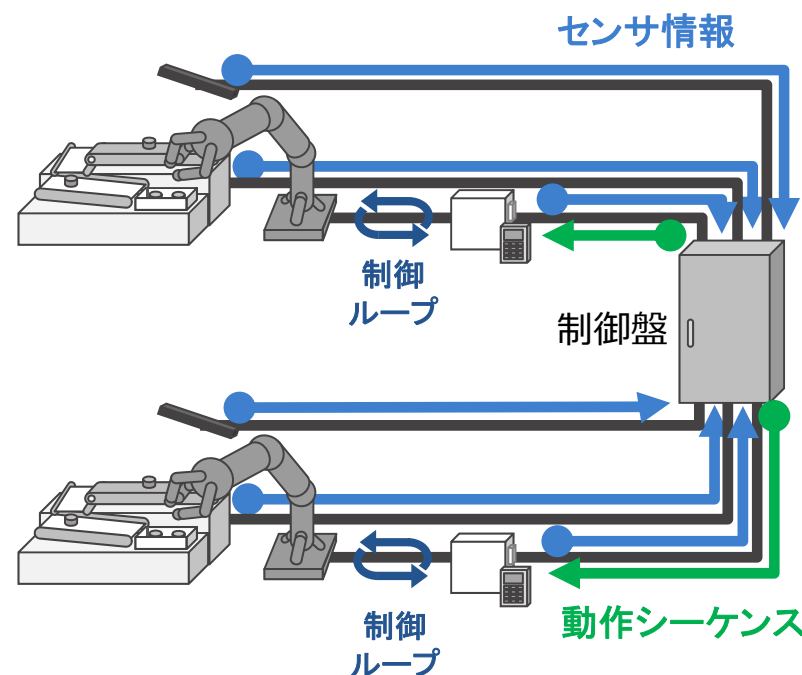


課題①：ロボットやセンサの配置変更時の労働量

- ▶ 従来は配線がすべて有線
- 配線の取り回しに大変な労働量を伴う

課題②：ロボットの作業内容変更時の労働量

- ▶ ロボットコントローラと制御盤（PLC）にて
ロボットの動作シーケンスを設定しなおす
- およそ**数時間～数日の時間**がかかる



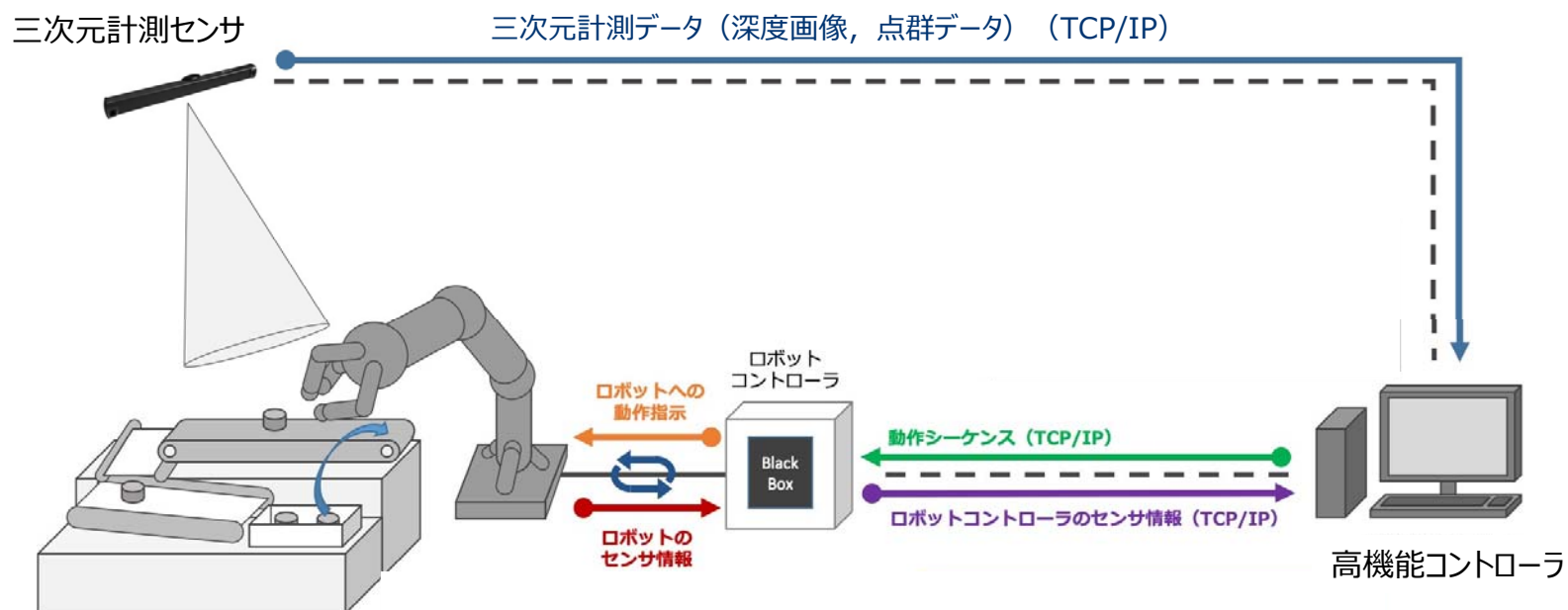
従来のFAシステムにおけるロボット運用例

課題①のソリューション：配線の無線化

- ▶ 配線の取り回しにかかる労働量と作業時間を削減
- ▶ 大容量のセンサ信号の伝送にも利用可能

課題②のソリューション：高機能コントローラの導入

- ▶ 高機能コントローラは、三次元センサの計測に基づきロボットの動作を自動生成
→ 再教示の必要性がない（**教示レス**）



産業用ロボット無線化のシナリオ（1）



	ロボットとセンサを ひとつの筐体にまとめて無線化	ロボットのみ無線化し センサは有線で工場常設
概要	<p><case 1></p>	<p><case 2></p>
設置	ロボットとセンサが1台にまとまっているため移動や設置が容易	ロボットを設置する可能性がある場所に予め常設センサを取り付けることで、構成変更時にはロボットのみ移動
通信線	なし	センサ用配線が初回設置時のみ必要
課題等	<ul style="list-style-type: none"> • ロボット可動領域以外のエリアの計測が困難 • ロボットやセンサを他の複数のロボット等と組み合わせて使用することが困難 	<ul style="list-style-type: none"> • ロボットの台数が少ない場合でも事前に多くのセンサ設置が必要。 • FA機器を変更する際にはセンサ配置も変更する必要が生じる。

産業用ロボット無線化のシナリオ（2）



	ロボットのみ無線化し センサはロボットのUEに有線接続	ロボットとセンサをそれぞれ無線化
概要	<p><case 3></p>	<p><case 4></p>
設置	ロボットとセンサを接続するケーブルの範囲内で自由に設置場所を変更可能	ロボットとセンサがそれぞれ移動可能で自由に設置場所を選択・変更可能
通信線	ロボットUEとセンサ間の配線が必要	なし
課題等	<ul style="list-style-type: none"> • ロボットとセンサの可動範囲がケーブルの長さに依存. • 安全上の理由により, ロボットとセンサ間に自由に配線できない場合がある. 	<ul style="list-style-type: none"> • ロボットとセンサのそれぞれに無線通信の端末が必要



- ◆ 高速・大容量通信
 - 三次元計測センサ等の大容量データ転送

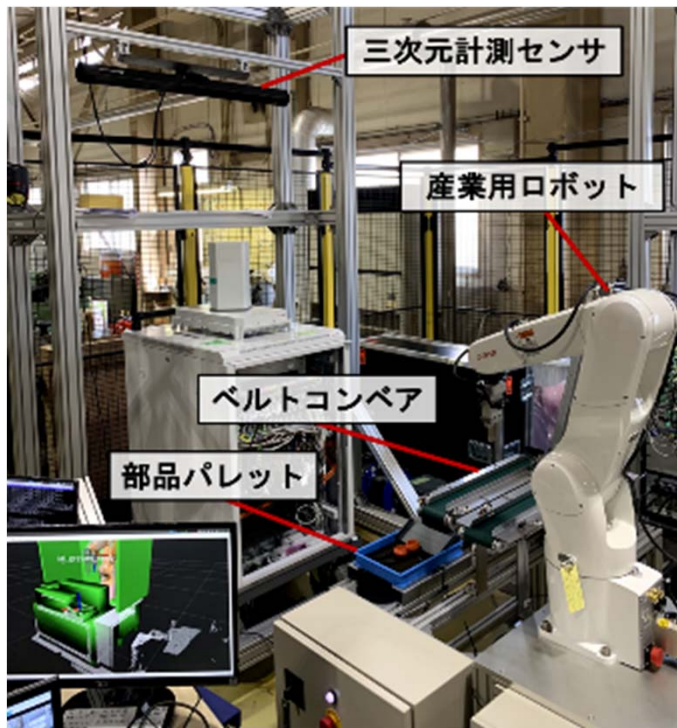
- ◆ 高信頼性
 - ノイズの多い生産現場での雑音耐性
 - 他の無線通信システムとの干渉耐性

- ◆ 高いセキュリティ
 - 無線通信の秘匿性

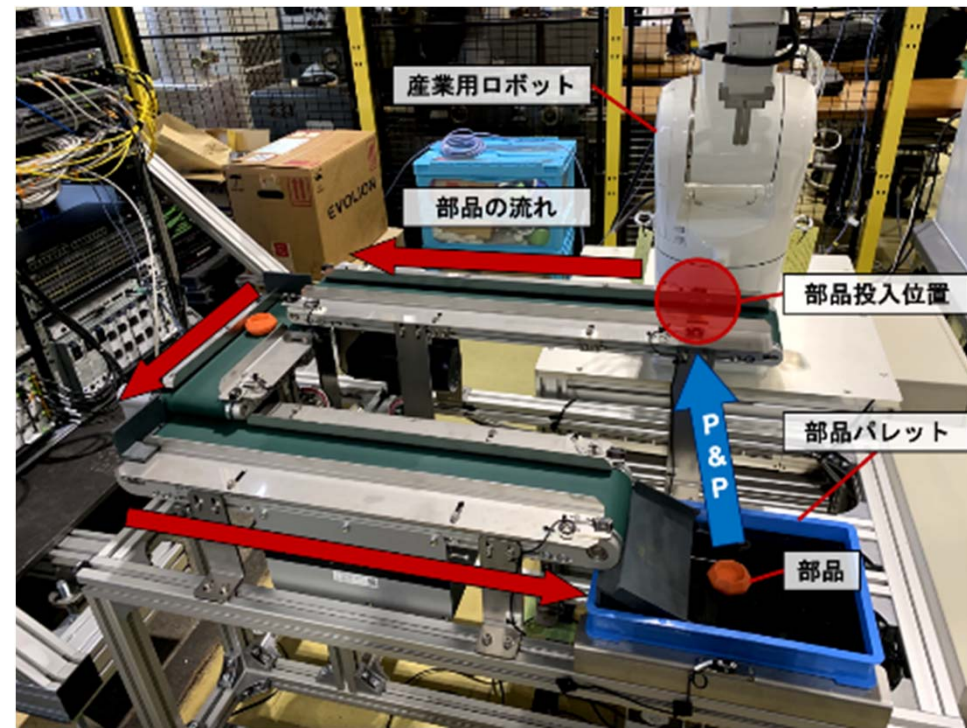
九工大での実証システム



- ◆ 自動的な繰り返し運転を行うベルトコンベアによる
 教示レスピックアンドプレースシステムを構築
- ◆ 機器間の通信に **5G** を使用



機器配置

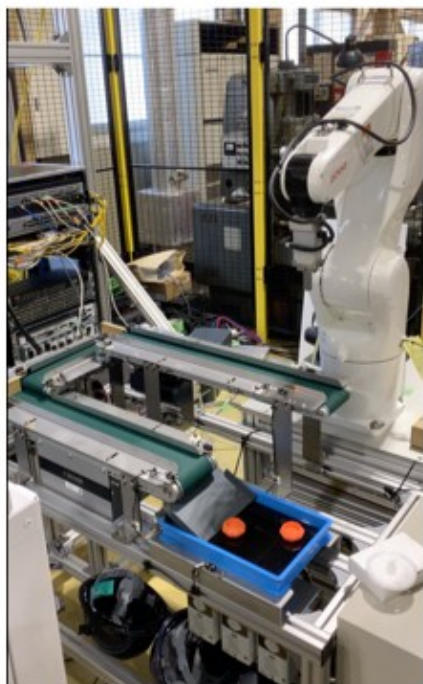


実験機でのピックアンドプレースの動作の流れ

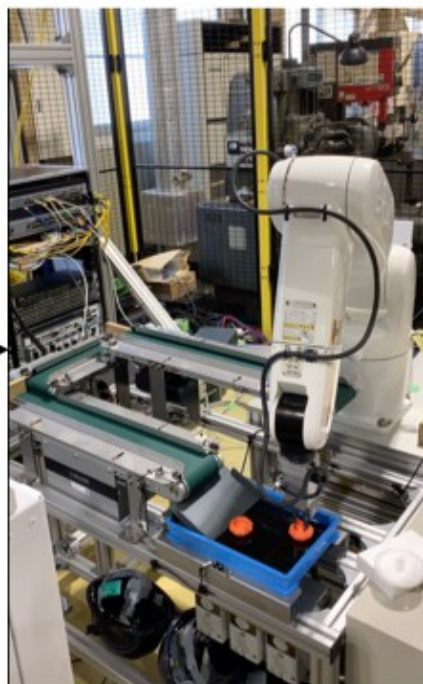
実証システムの動作



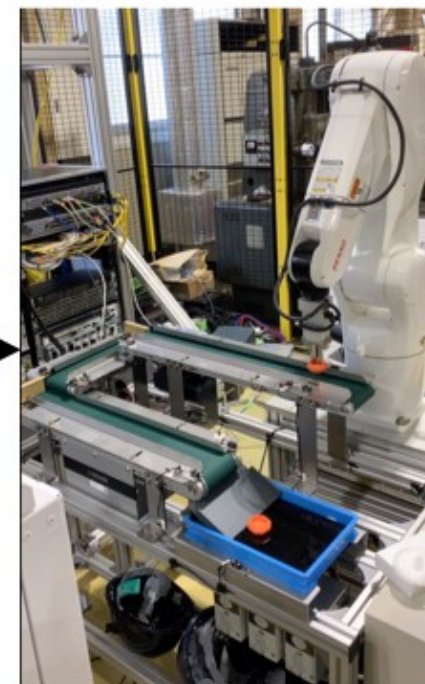
1. 計測



2. ピックアップ

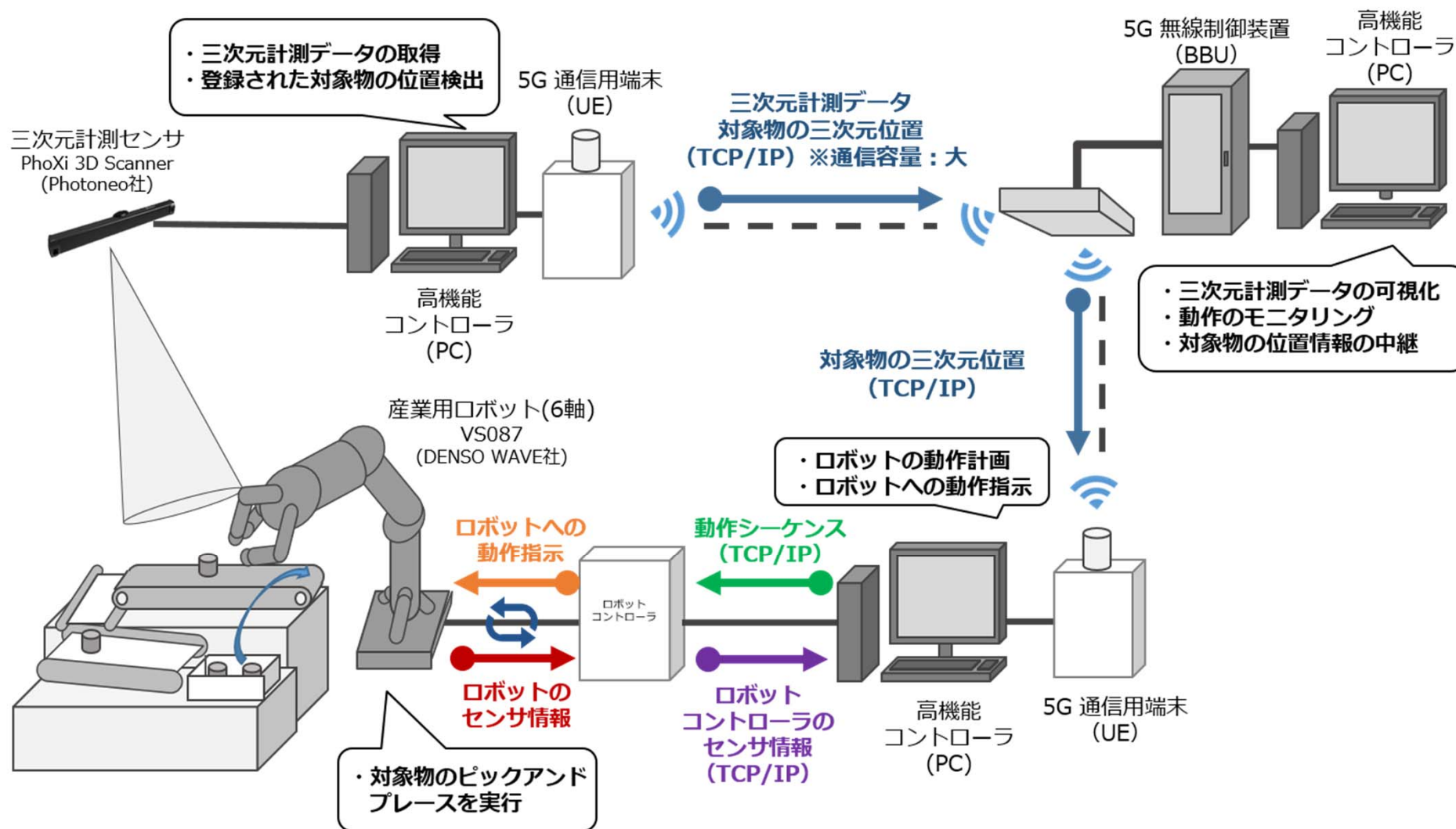


3. プレース

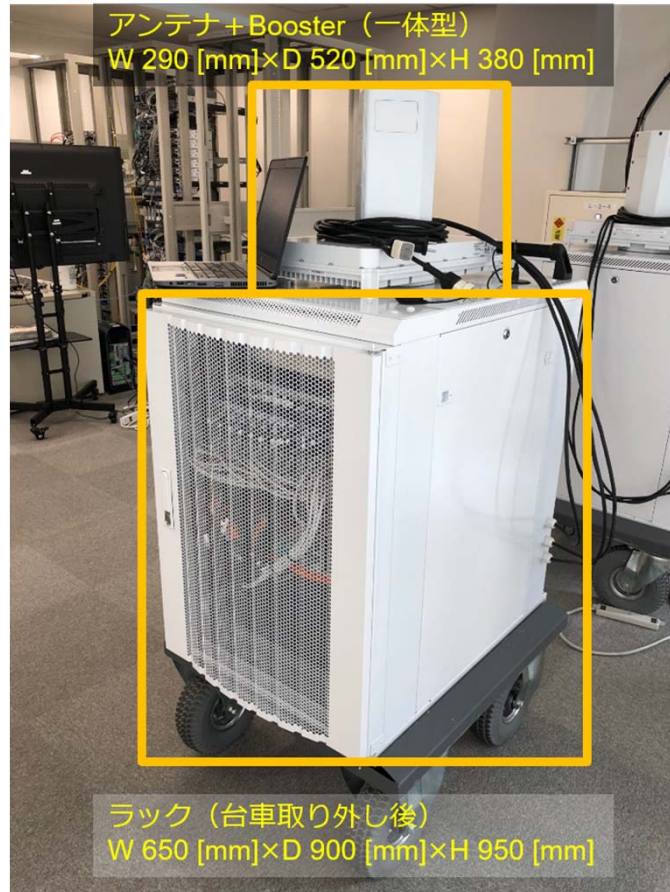


繰り返し

実証システムの構成



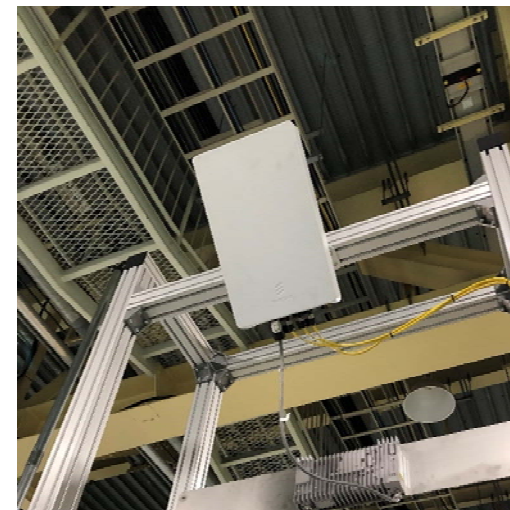
5G通信機器の概要



5G通信用端末 (UE)

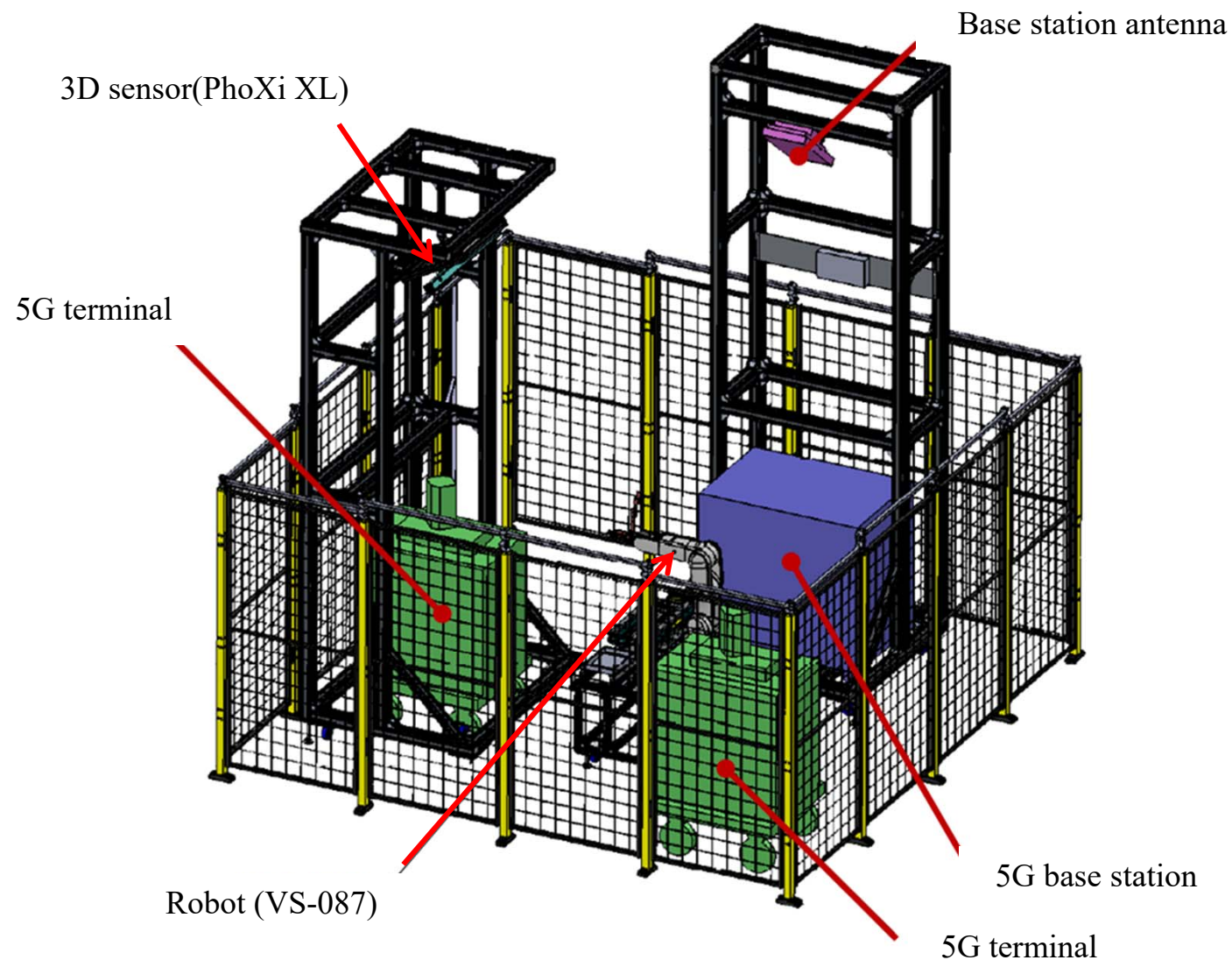


ベースバンド装置 (BBU)



送受信アンテナ (RU)

実証システム全体構成

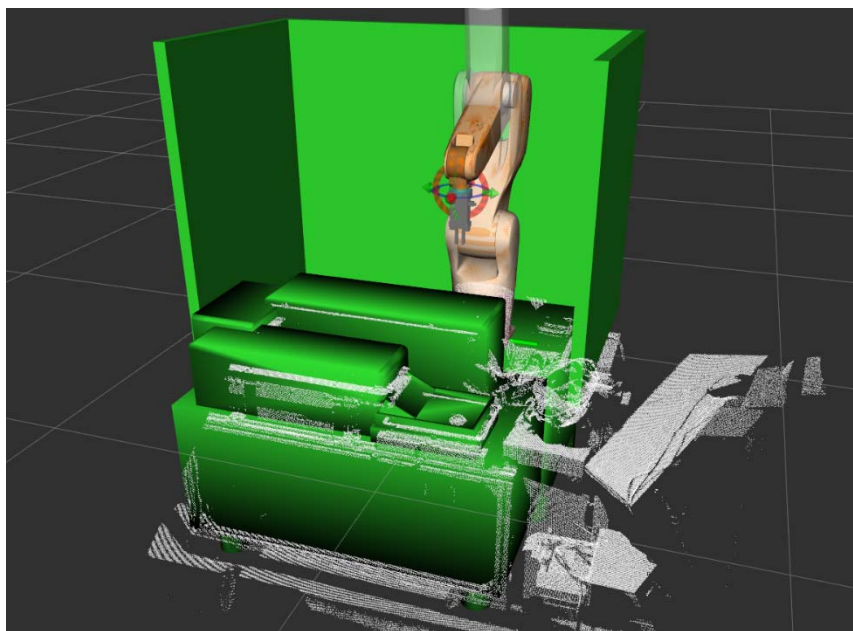


動作検証

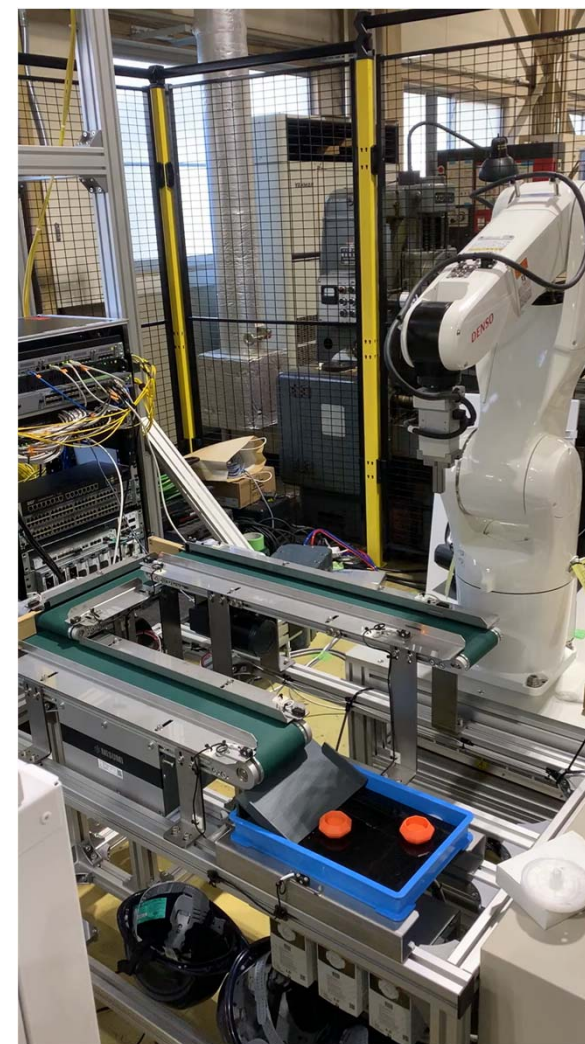


- 三次元計測データが5Gによって高機能コントローラに伝送され可視化できることを確認
- 計測による対象部品的位置をもとにロボット動作生成・制御が可能であることを確認

大容量センサデータの通信を伴う産業用ロボットの制御が5Gを介して工場内で実行できることを実証

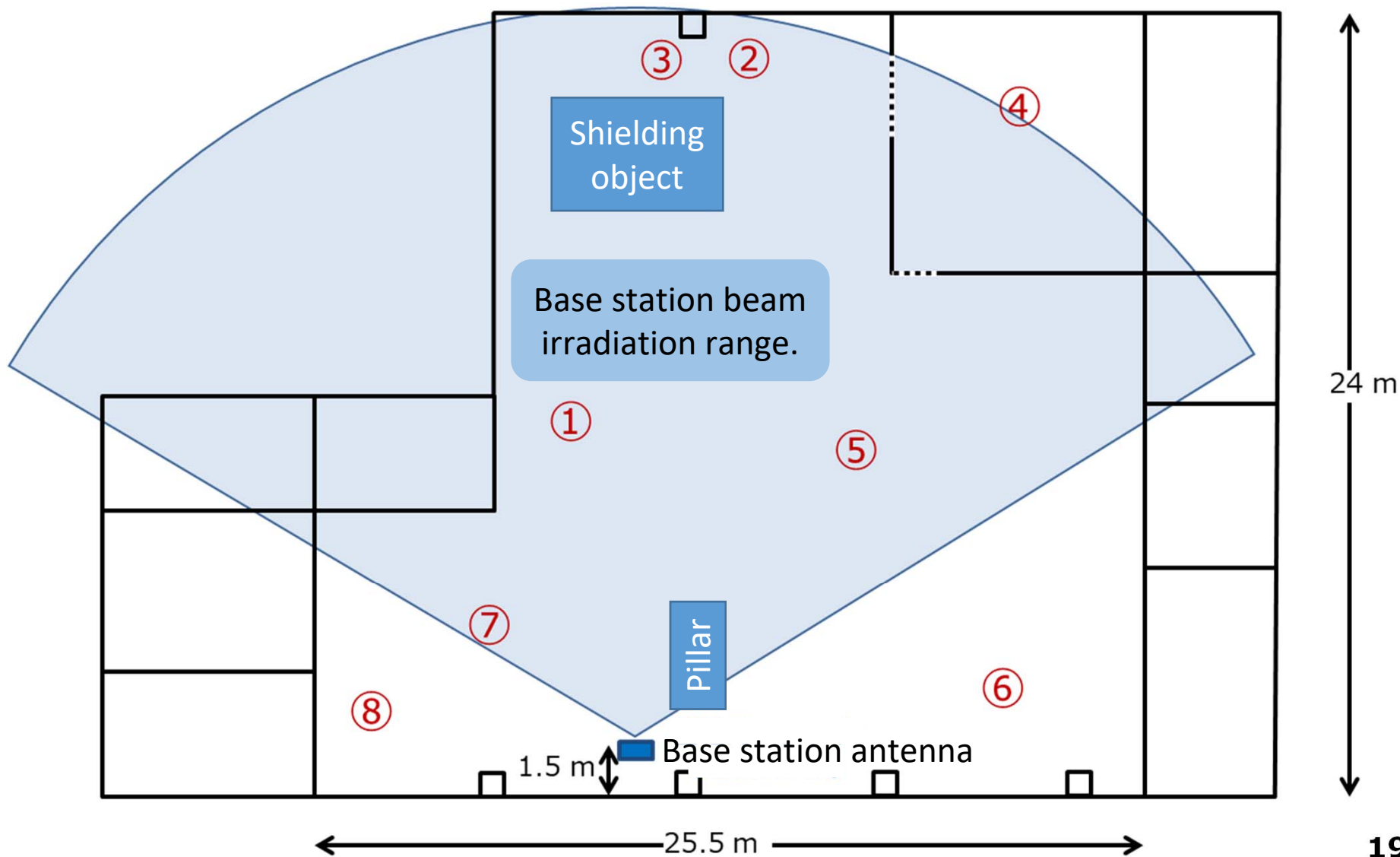


三次元計測センサデータの可視化

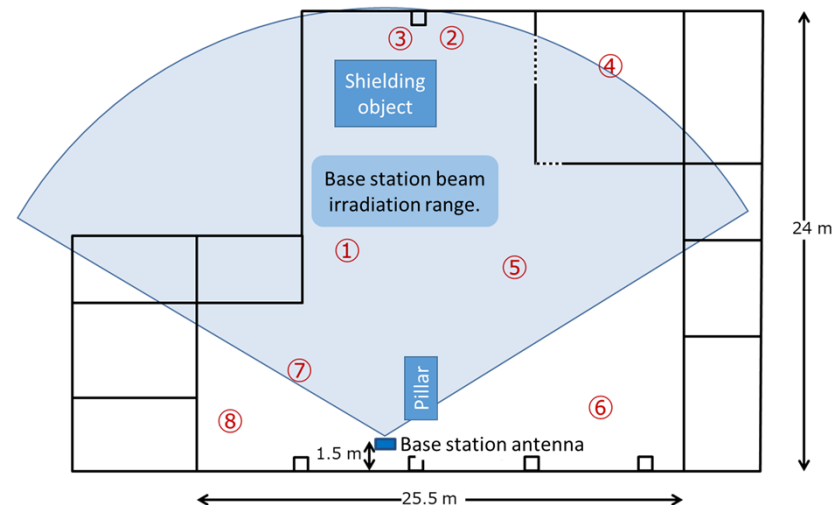


ロボット動作

九工大実習工場内での通信特性評価

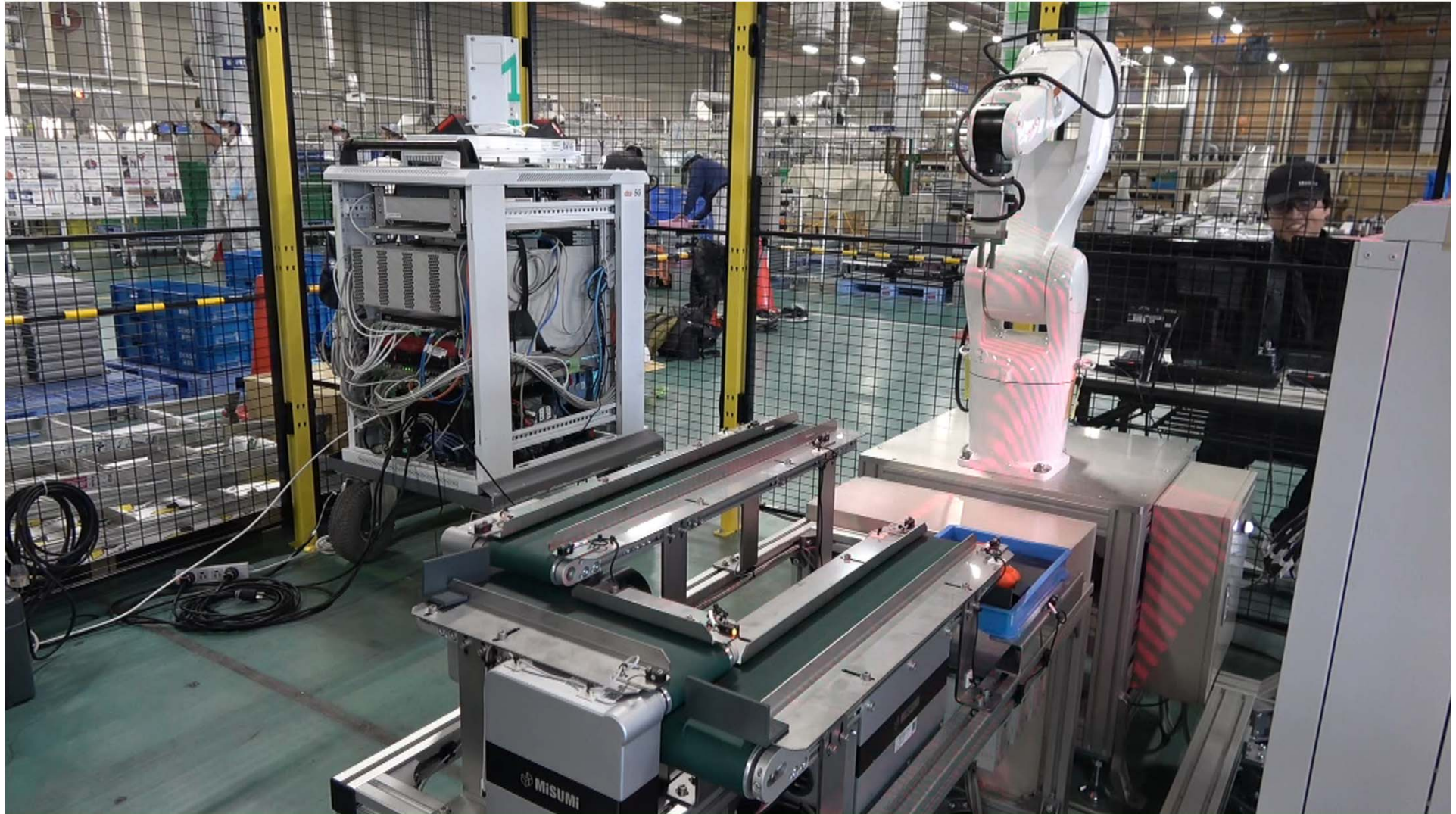


九工大実習工場内での通信特性評価結果



測定地点	RSRP [dBm]	伝送損失 [dB]	SINR [dB]		スループット [Mbps]	
			DL	UL	DL	UL
①	-63	77.5	38.3	31.4	32.8	197.4
②	-72	86.5	37.0	32.3	33.0	183.4
③	-82	96.5	38.0	24.8	33.1	132.8
④	-92	106.5	32.8	17.2	30.3	69.4
⑤	-71	85.5	35.2	29.2	33.1	153.7
⑥	-85	99.5	35.4	21.4	30.8	134.4
⑦	-63	77.5	35.3	31.6	33.1	197.4
⑧	-80	94.5	34.2	22.9	33.0	127.9

自動車部品工場での実証



ロボット配置換えの実証



12分で産業用ロボットの配置換えが完了



ロボット配置換え後の動作





- ◆ 生産現場の高度化に向けて
 - 産業用ロボット制御の無線化
 - ロボットの自動的な軌道計画（教示レス化）
- ◆ 5Gによる高速・大容量無線通信の有効性を確認
- ◆ 生産現場での 5G 通信の利用可能性を確認



国立大学法人

九州工業大学

DENSO
Crafting the Core



本発表は『屋内において平均2Gbpsを超える超高速通信を可能とする
第5世代移動通信システムの技術的条件等に関する調査検討の請負』（H30年度）
の成果を一部含んでいます

http://www.soumu.go.jp/menu_news/s-news/01kiban14_02000347.html