

# 協調ロボットの安全対策 のための近接覚センサ

福岡大学 工学部 電気工学科

助教 辻 聡史

2019年5月21日

# 提案技術の概要

## ToF・静電容量複合センサ

近接測定：対象までの距離

接触測定：接触

## ToF (Time-of-Flight) センサ

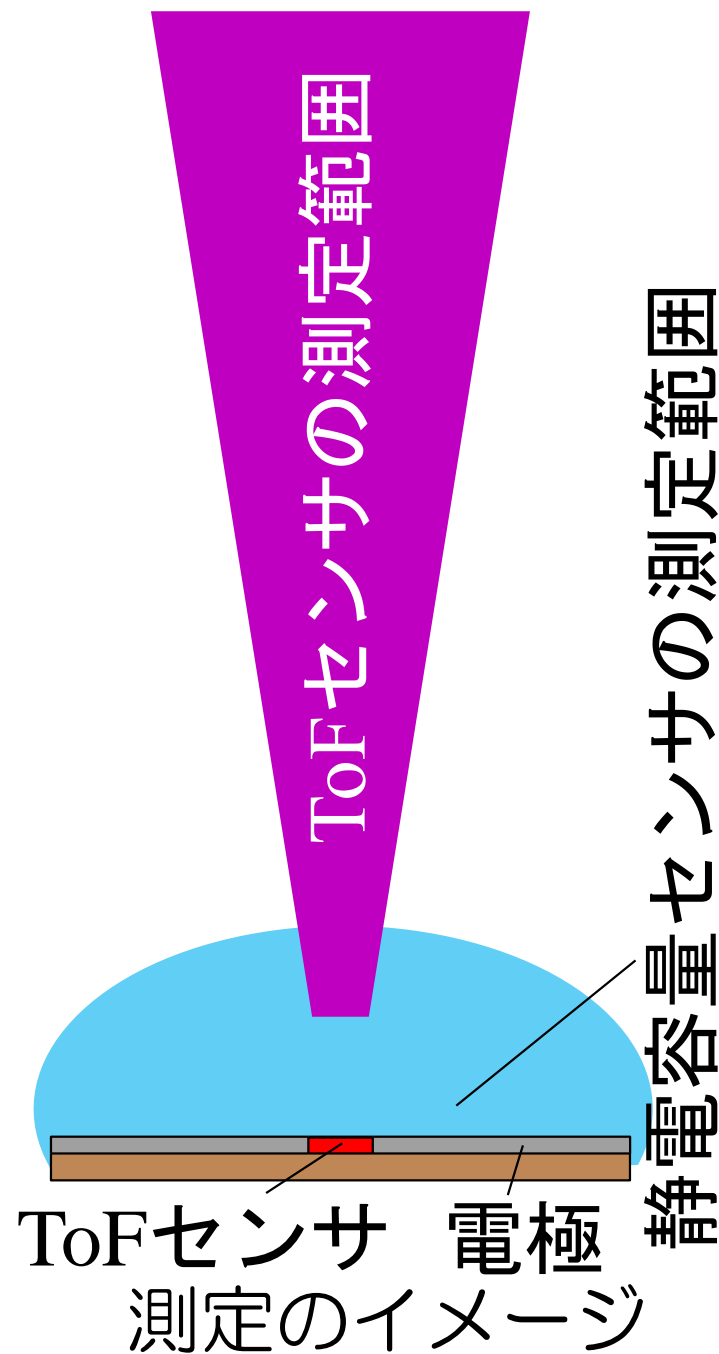
赤外線(光)の反射時間

距離(数百mm~数十mm)

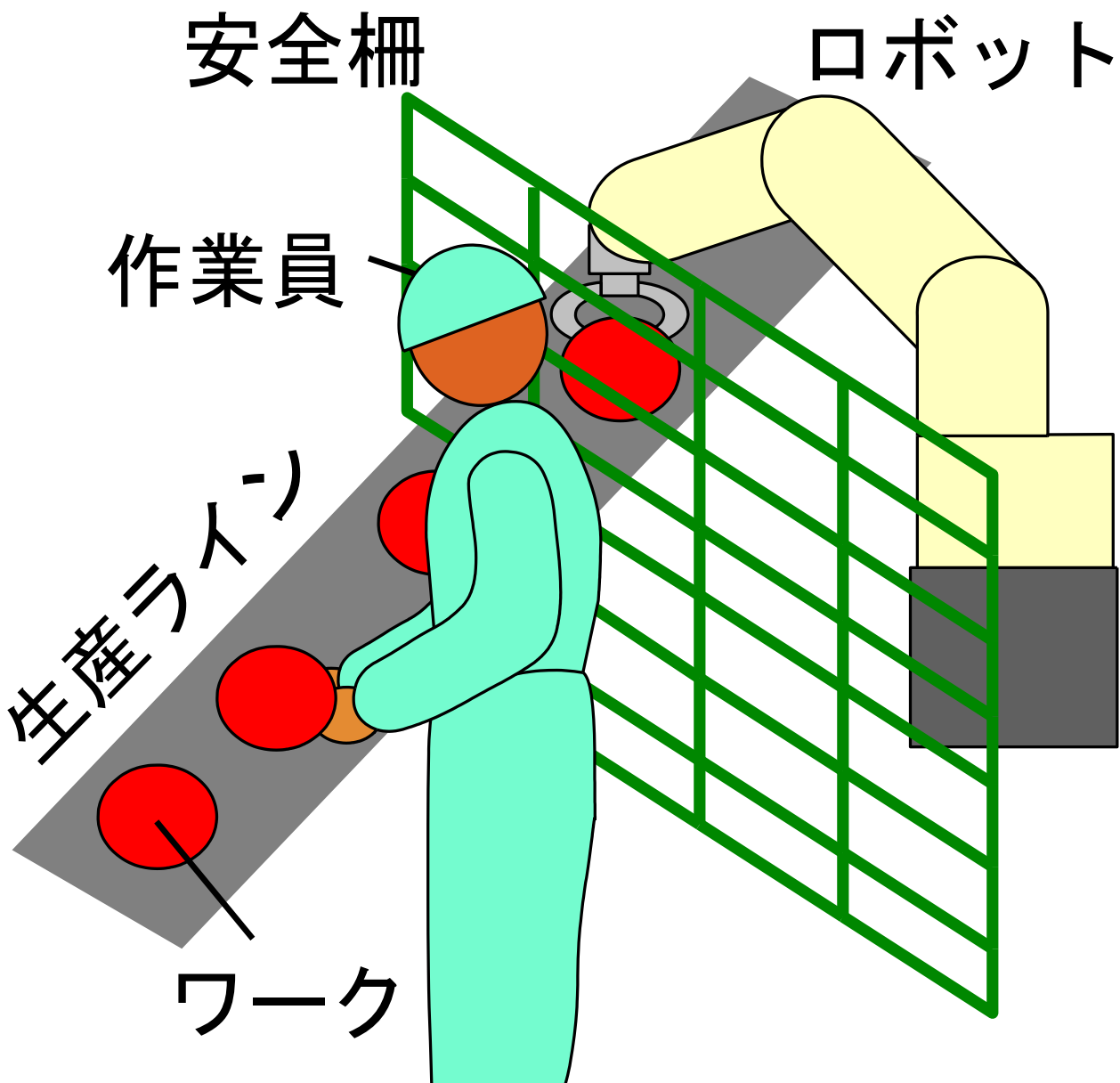
## 自己静電容量測定

単電極とGND間の静電容量

近接、接触(数十mm~接触)



# 背景(従来の産業用ロボット)

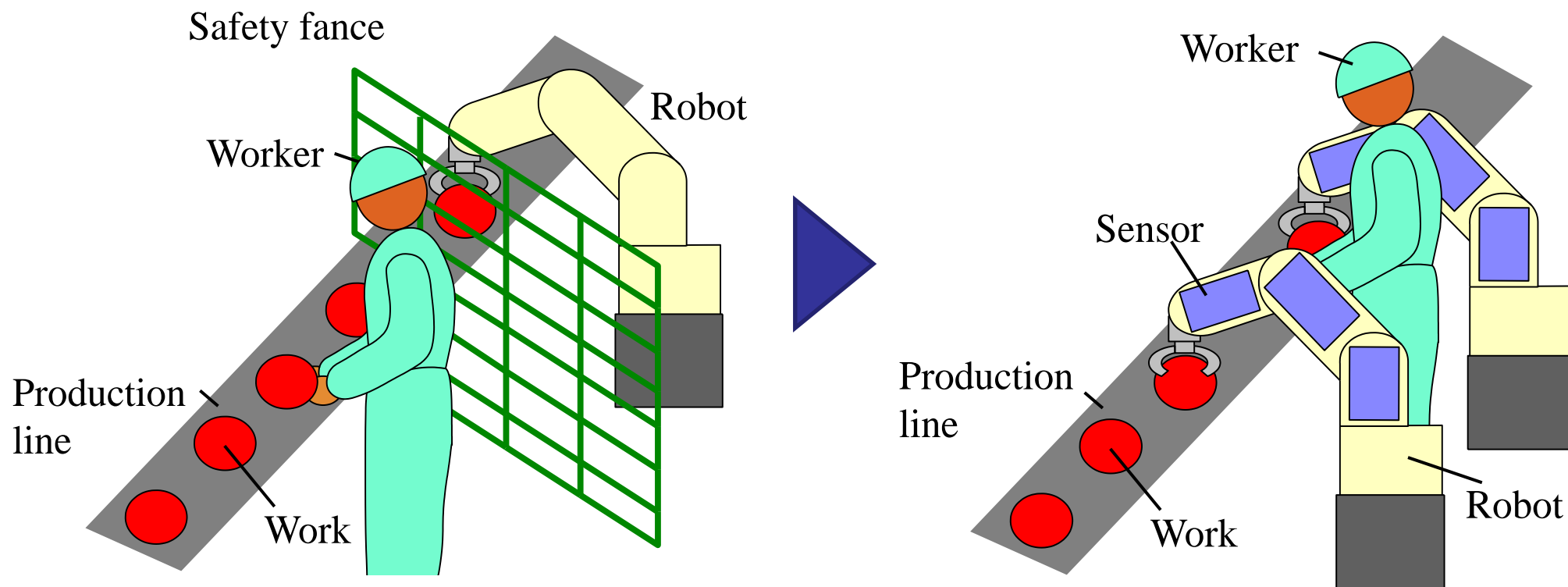


自動車業界を中心に  
ロボットが活躍

安全柵が必要  
スペースが必要  
人と協調作業困難

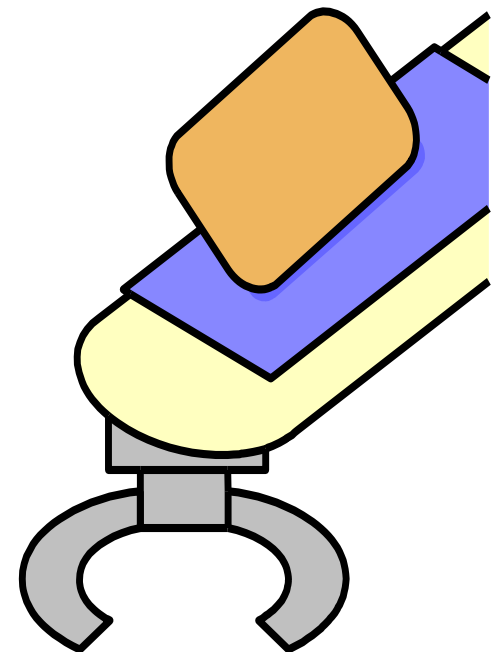
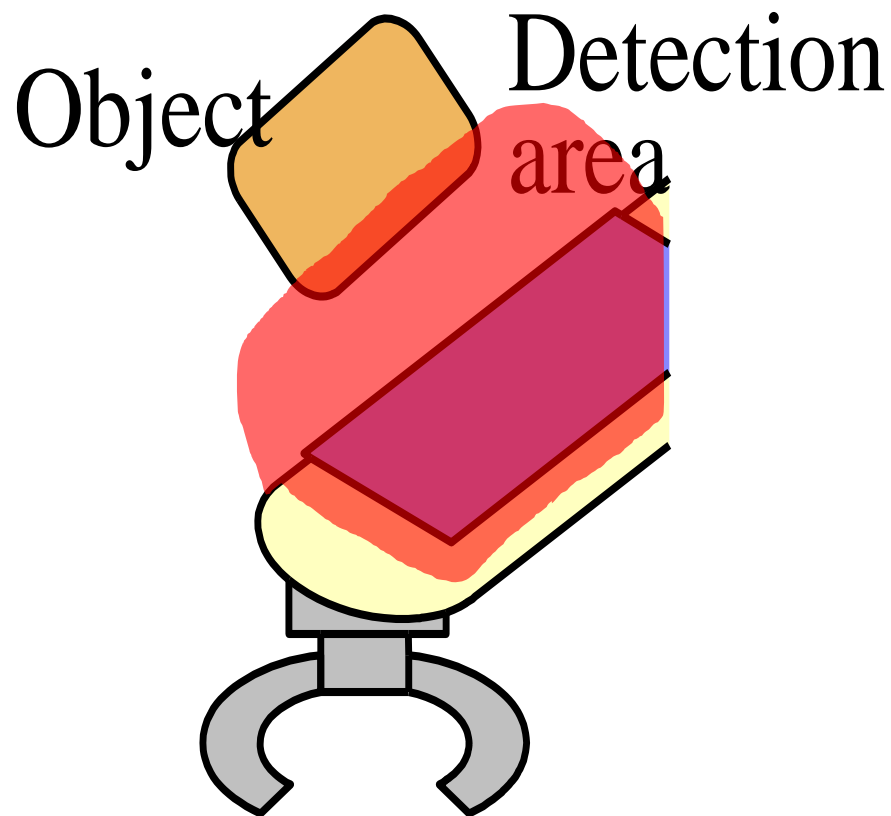
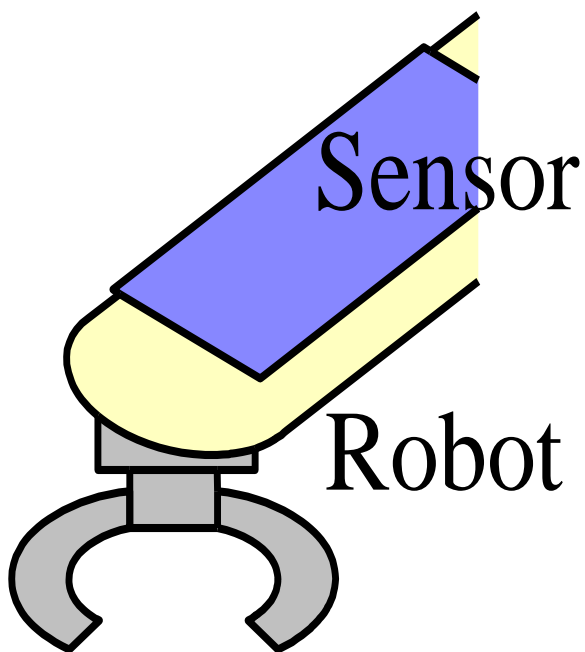
人間共存型ロボット(協調ロボット)が注目  
安全確保が必要

ロボット全体を覆う  
近接覚・触覚センサの開発



## 近接覚

## 触覚

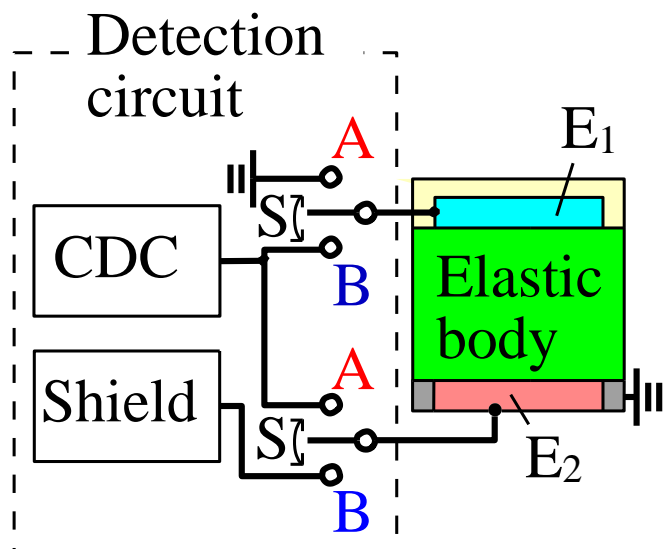


衝突回避  
安全性 作業性

安全性向上  
作業性  
(直感的な操作)

# これまで提案したセンサ

## 自己容量近接覚・触覚センサ



- 近接測定、接触(圧力)測定
- 自己静電容量測定のみ
  - 測定システムが単純
  - センサ構造が単純
  - 形の変更、曲面に配置可
  - 低コスト
- I<sup>2</sup>Cバスで通信、省配線
- 後付が可能

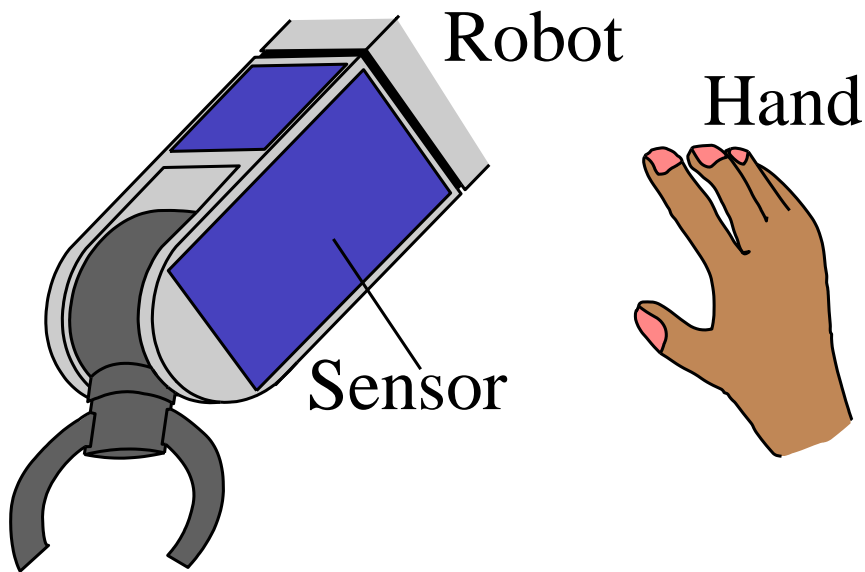


センサ10個設置

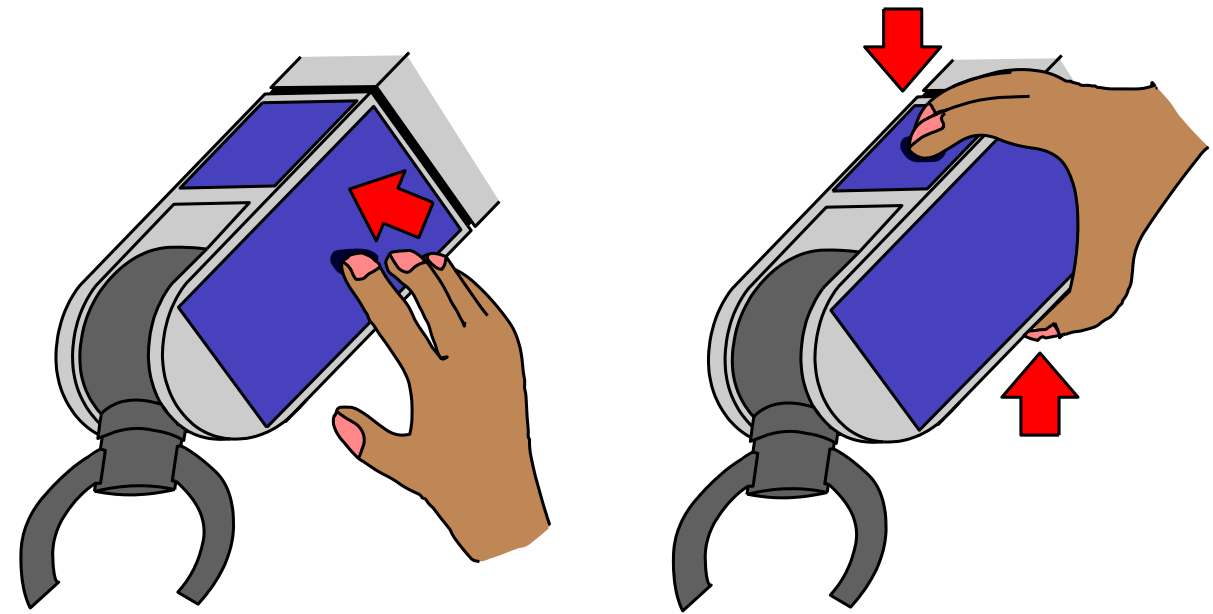
# これまで提案したセンサ

## 提案した操作法

TP



ロボット停止  
安全性向上



TP不要な操作  
(直感的な操作)

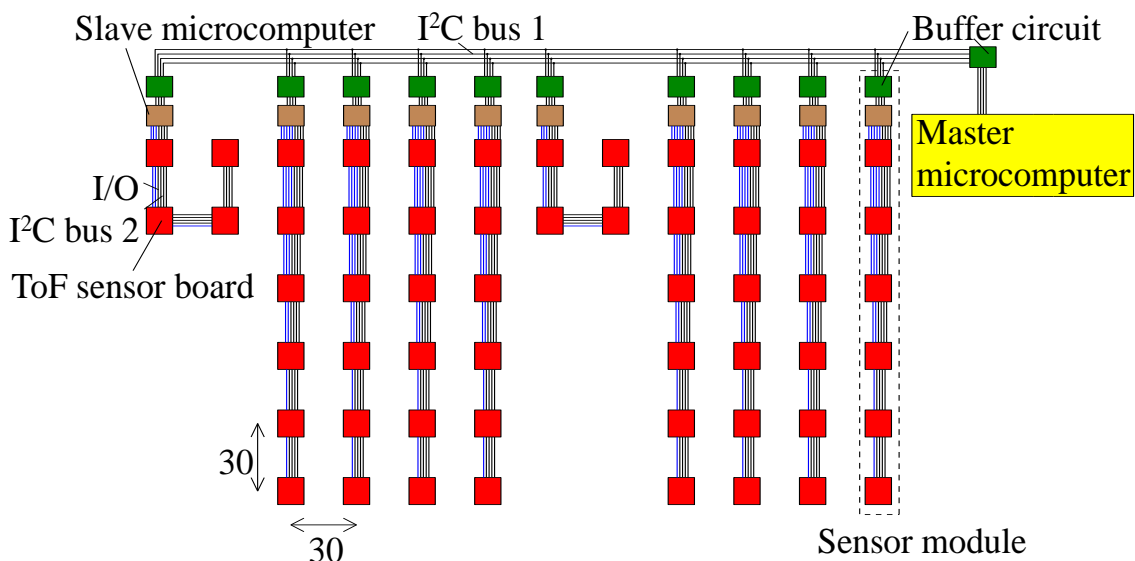
# これまで提案したセンサ デモ(自己容量近接覚・触覚センサ)





# これまで提案したセンサ

## 近接覚ToFセンサアレイ

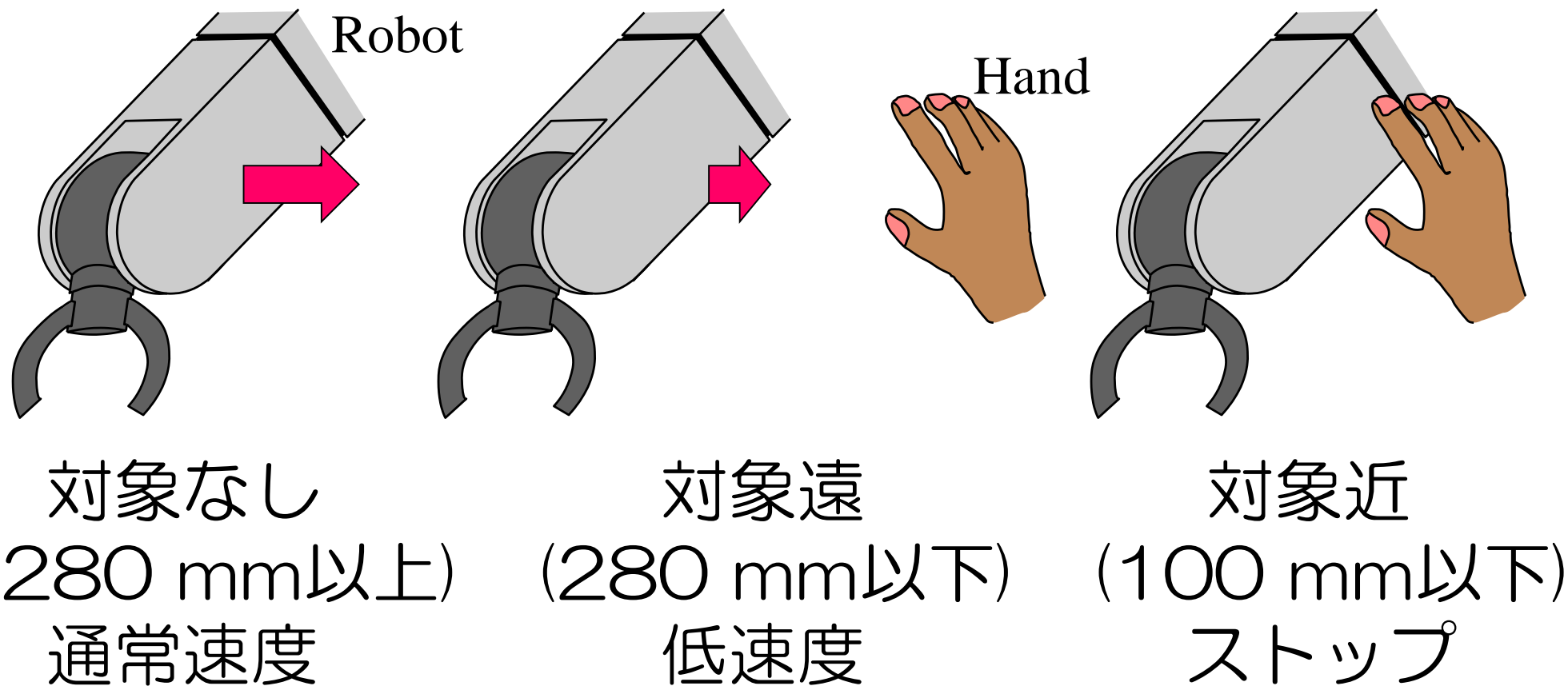


- ToFセンサ
  - 赤外線(光)の反射時間
  - 近接測定
  - 距離が測定可能  
(~300 mm)
  - I<sup>2</sup>Cバスで通信、省配線
  - 後付が可能
- センサ54個設置



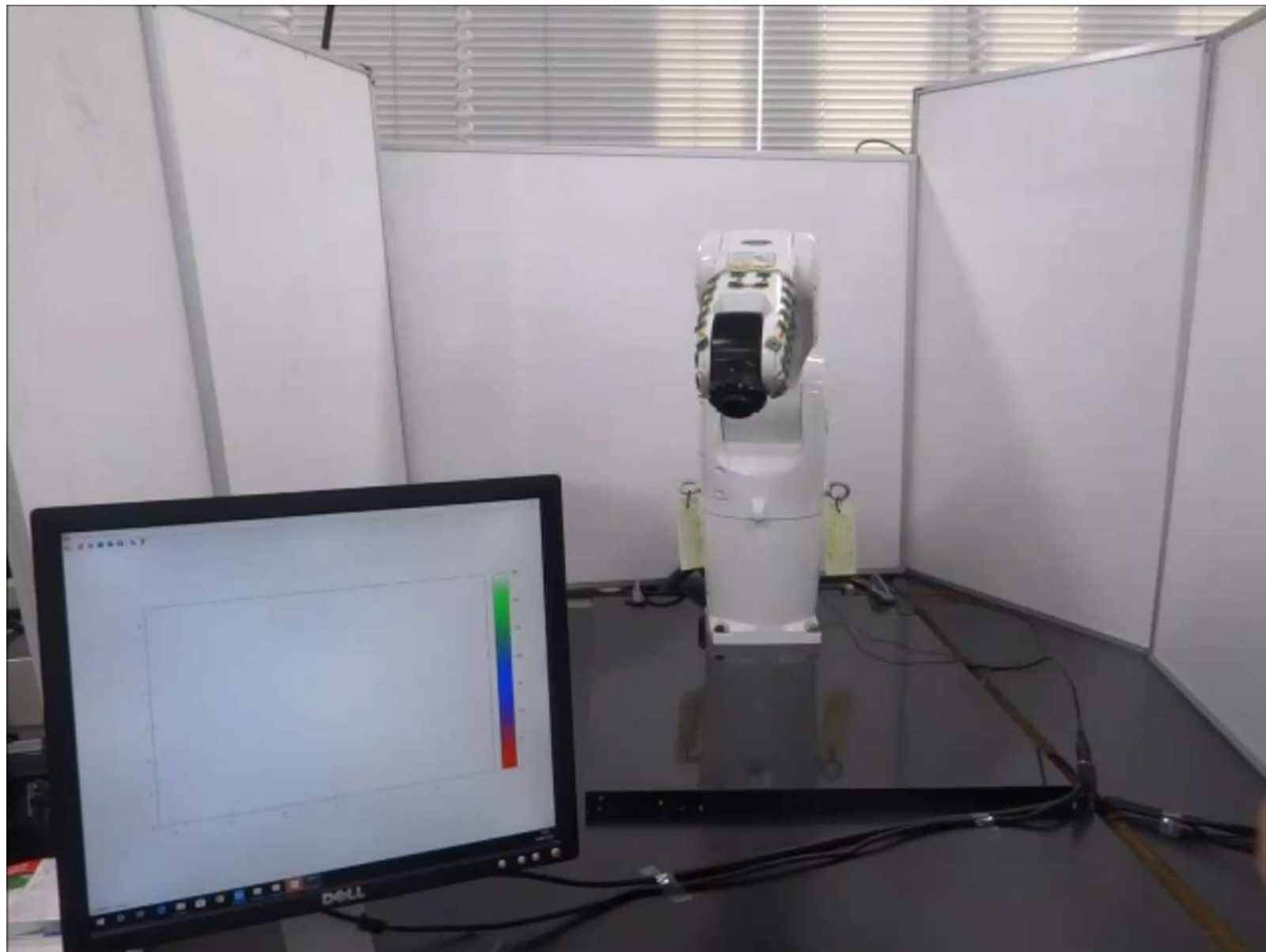
# これまで提案したセンサ

## 提案した操作法



衝突を防止、安全性、作業性が向上

# これまで提案したセンサ デモ(近接覚ToFセンサアレイ)



# これまで提案したセンサ

## 自己容量近接覚・触覚センサの課題



非接触距離(電極面積に依存)  
接地導体(人)：約100 mm  
アクリル：約50 mm

非接触での対象を検知  
距離の検出が困難

## 近接覚ToFセンサアレイの課題



近距離(~10 mm)の感度低下  
接触の検出が困難

# 提案技術

## 自己容量センサ+ToFセンサ

測定距離：遠(～300 mm)

ToFセンサ(距離検出)

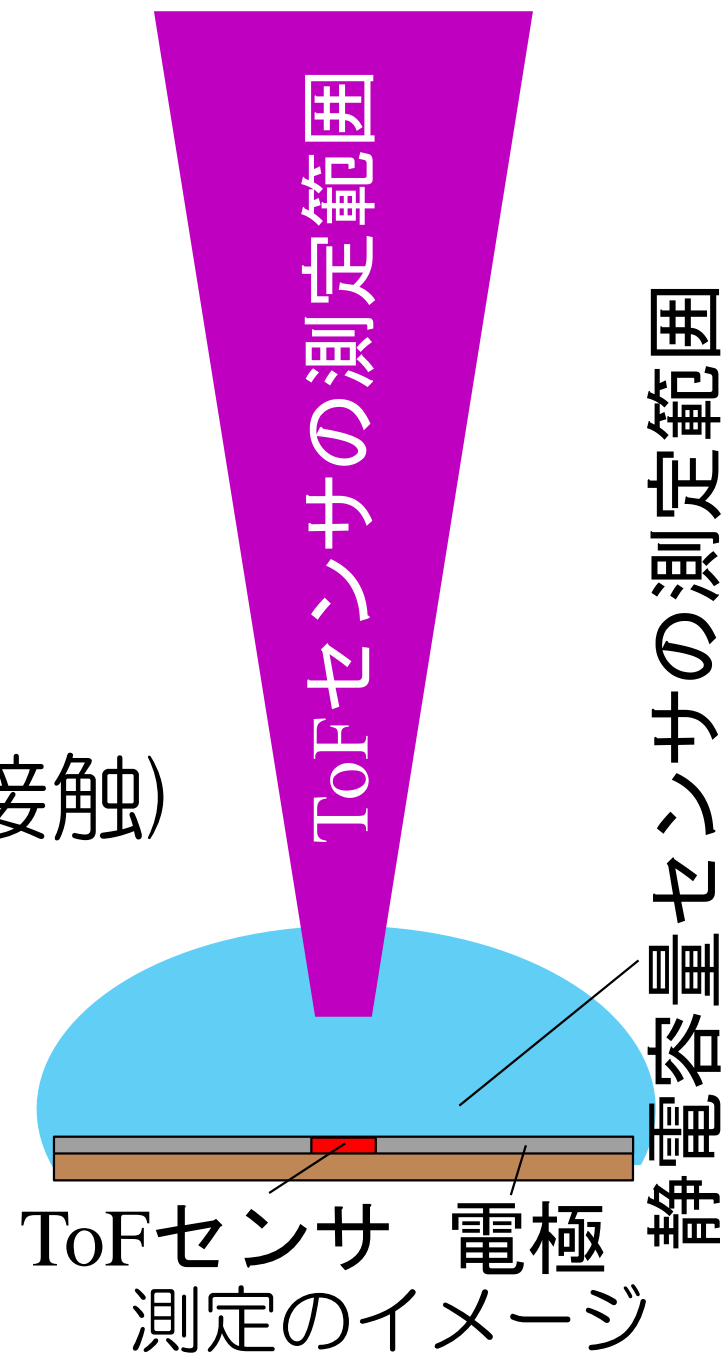
測定距離：近(～数十 mm)

自己容量センサ(対象の有無、接触)

ToFセンサ(低感度)

異なる原理の測定

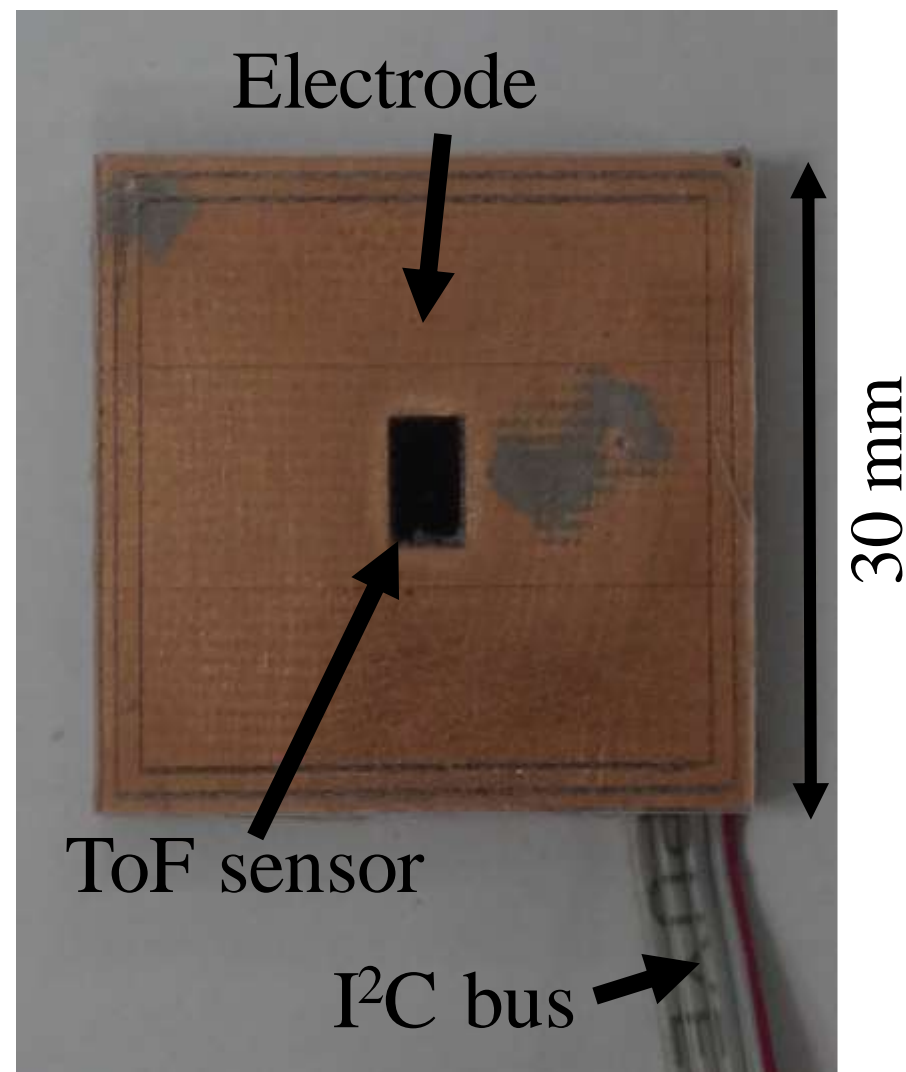
信頼度向上



# ToF・静電容量複合センサ



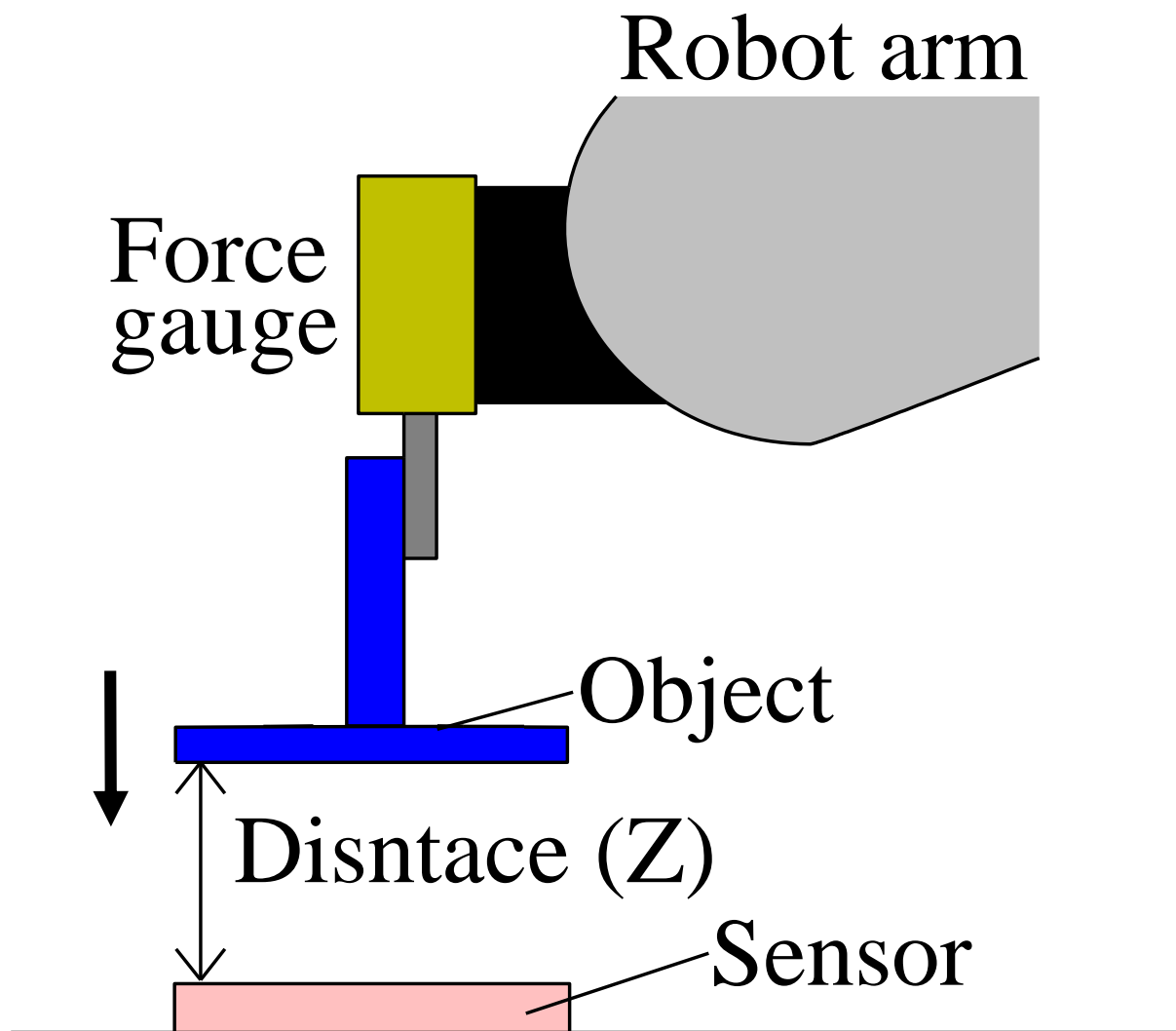
最終的なイメージ



試作センサ

# ToF・静電容量複合センサ

## 基礎実験1 (Z軸)



対象基板  
接地した導体 (GND)  
アクリル

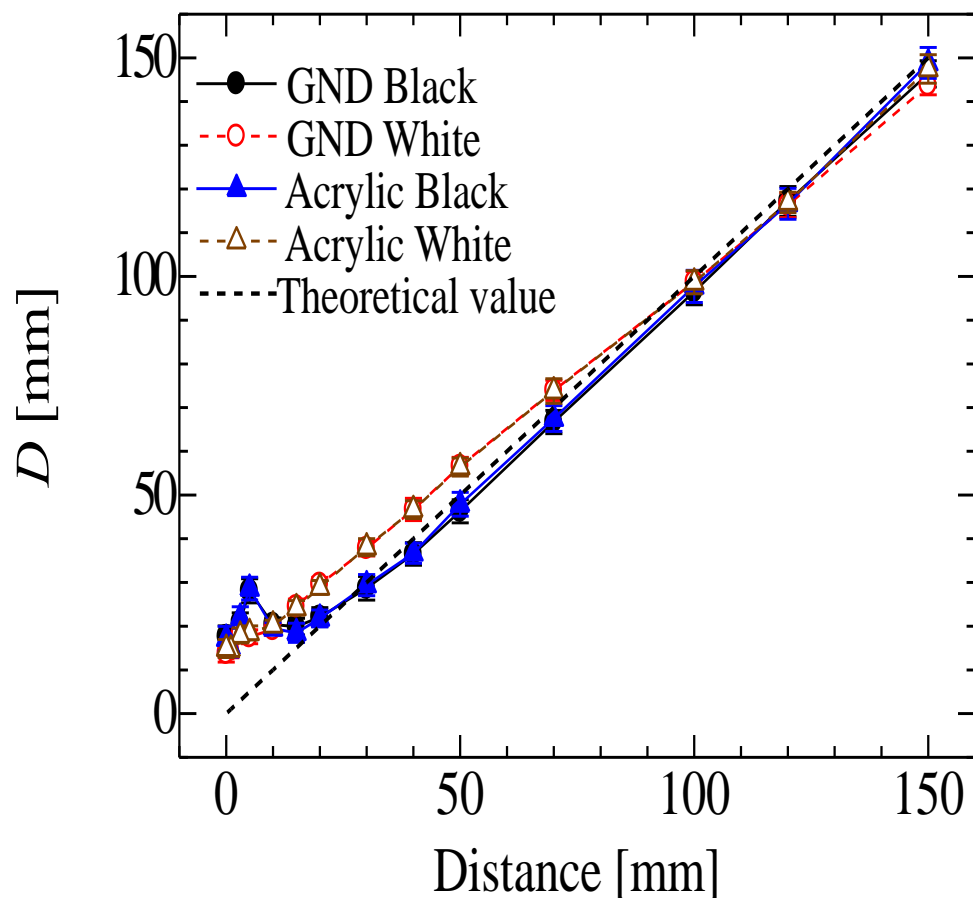
対象表面  
白い紙  
黒い紙

対象大きさ  
30 × 30 mm

Z軸距離  
0~150 mm

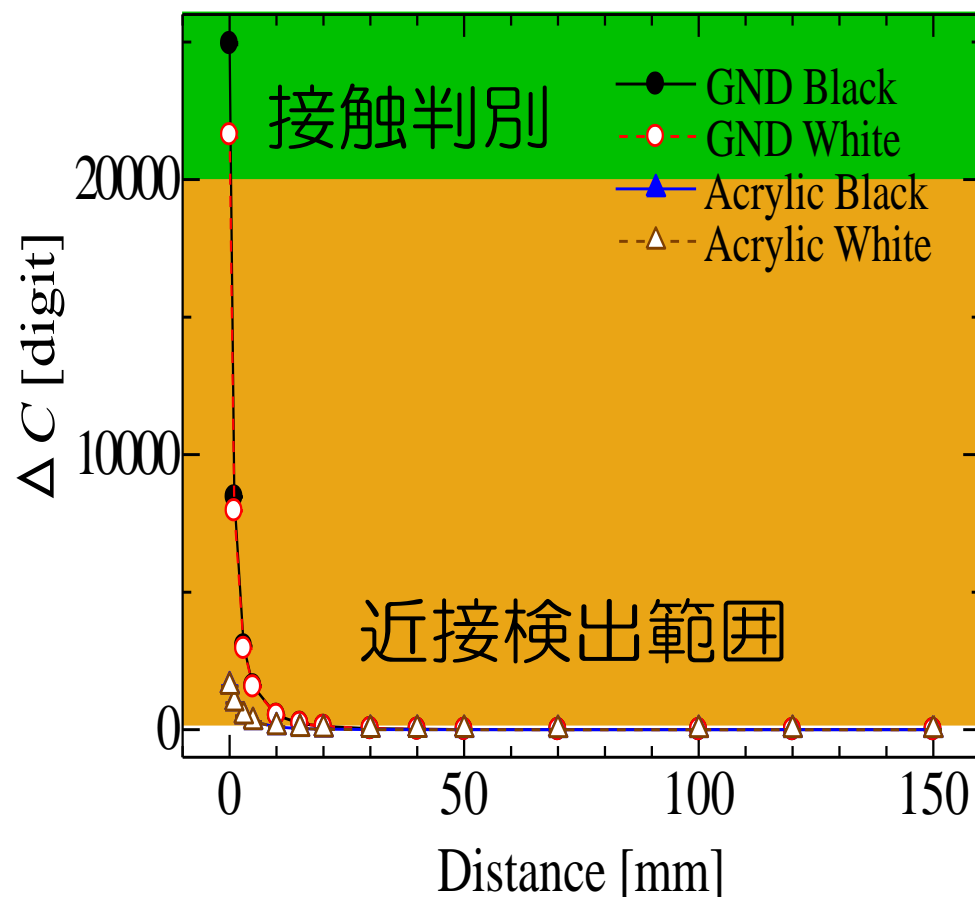
# ToF・静電容量複合センサ

## 基礎実験結果1 (Z軸)



ToFセンサ

対象までの距離を検出可能  
10 mm以下で低感度



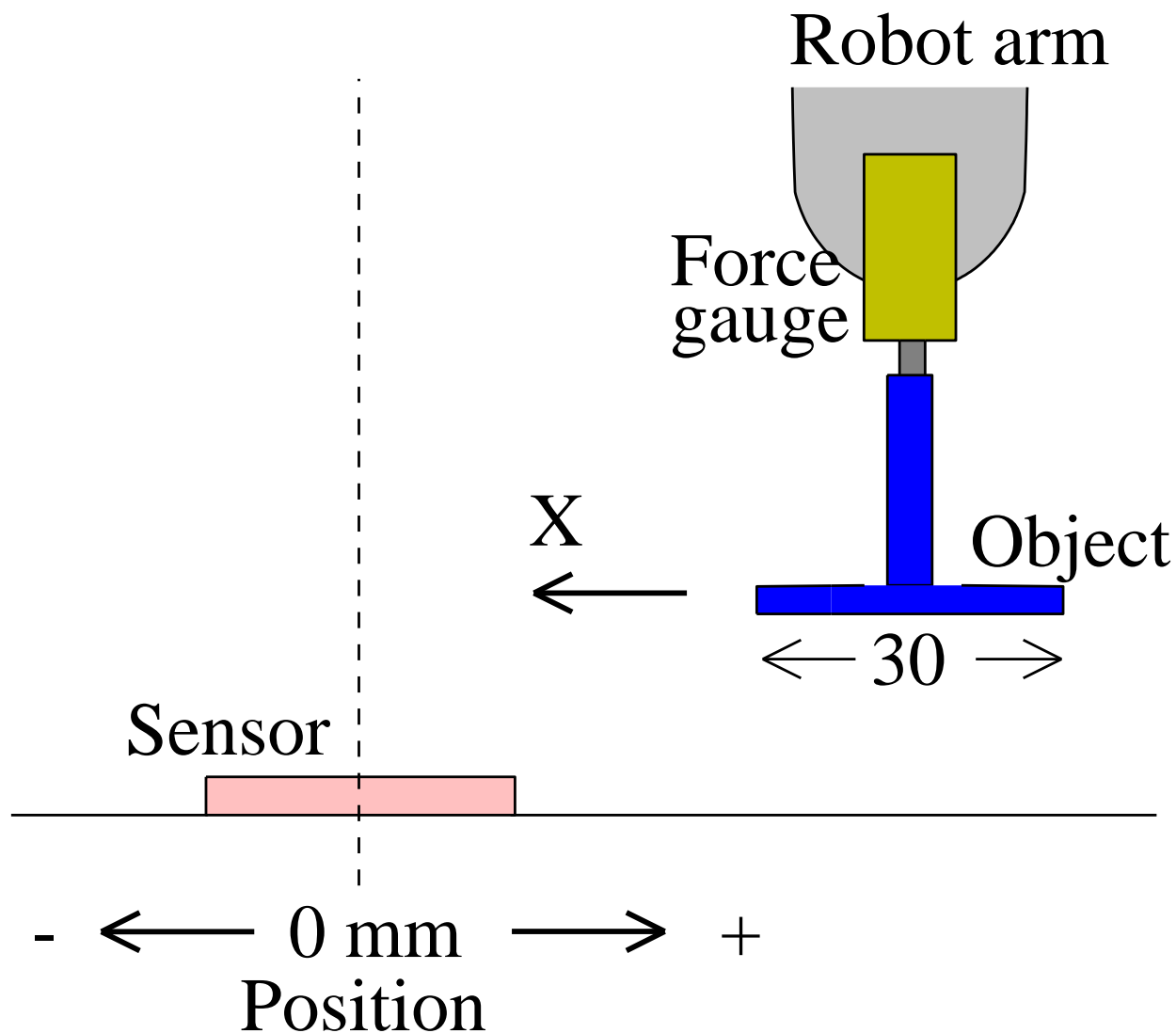
自己容量センサ

10 mm以下で高感度  
変化量により接触判別



# ToF・静電容量複合センサ

## 基礎実験2 (X軸)



対象

接地した導体

白い紙

対象大きさ

30 × 130 mm

Z軸距離

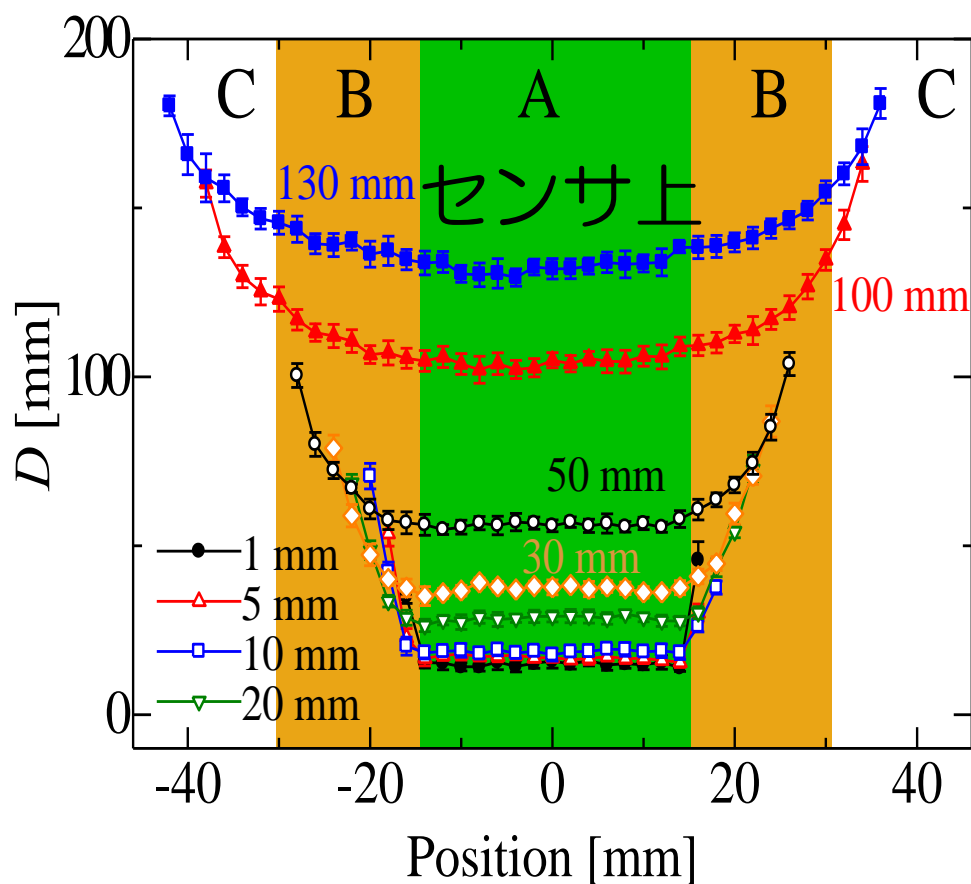
1~130 mm

X軸位置

±46 mm

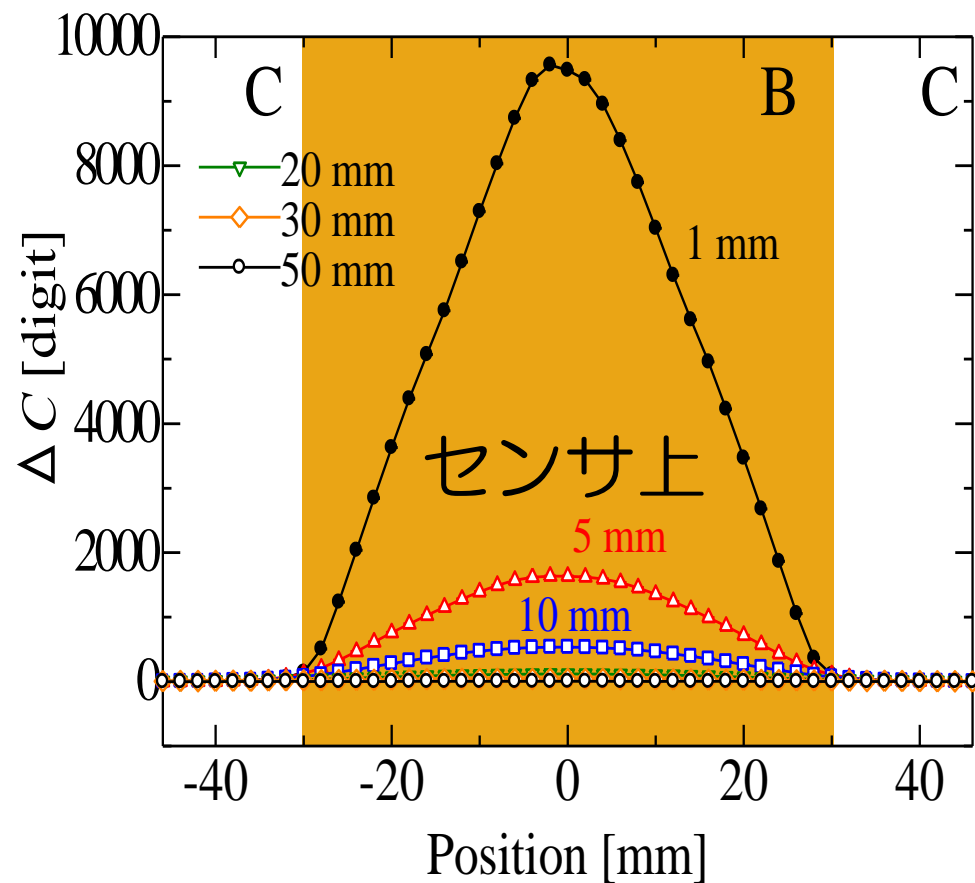
# ToF・静電容量複合センサ

## 基礎実験結果2 (X軸)



ToFセンサ

対象遠：範囲検出：広  
対象近：範囲検出：狭

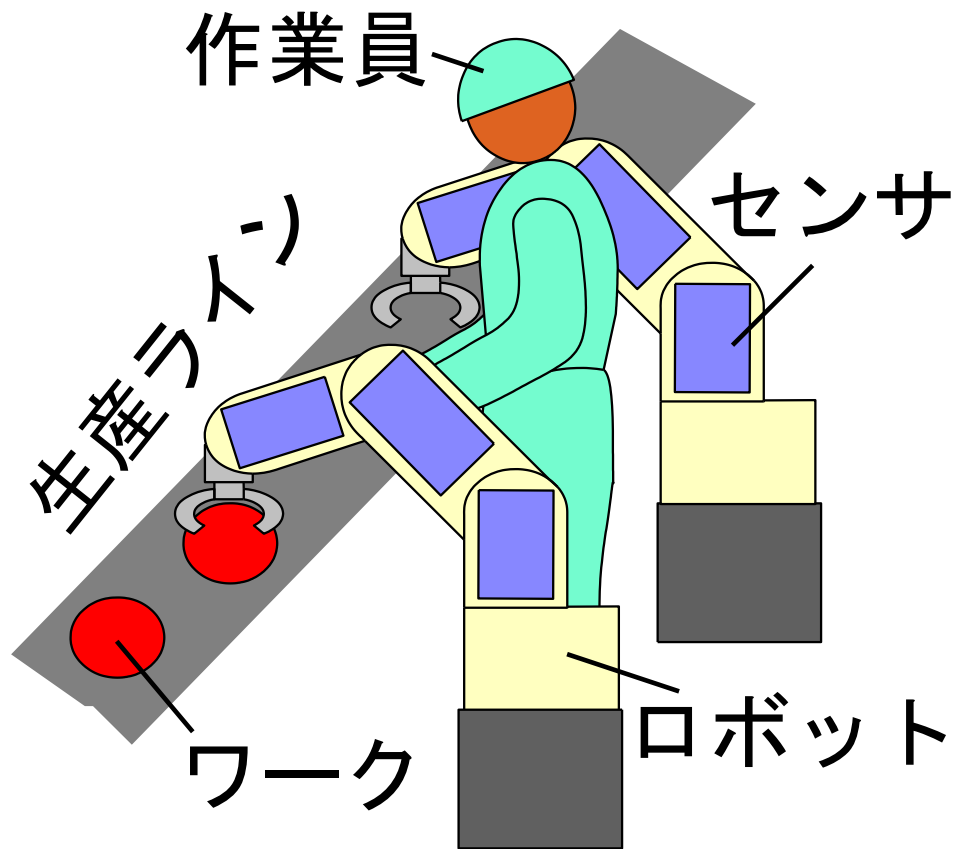


自己容量センサ

センサ上で検出可能

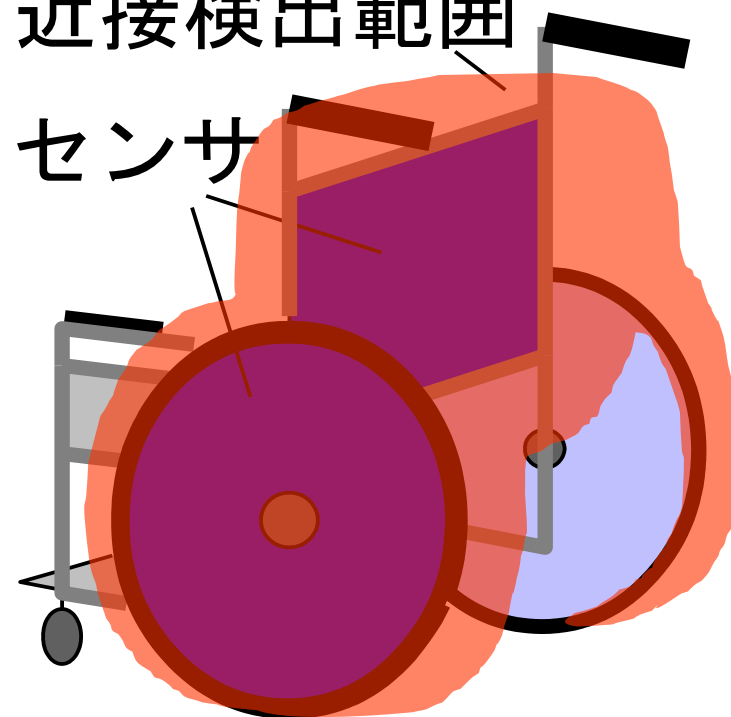
# 想定される用途

## 産業用ロボット



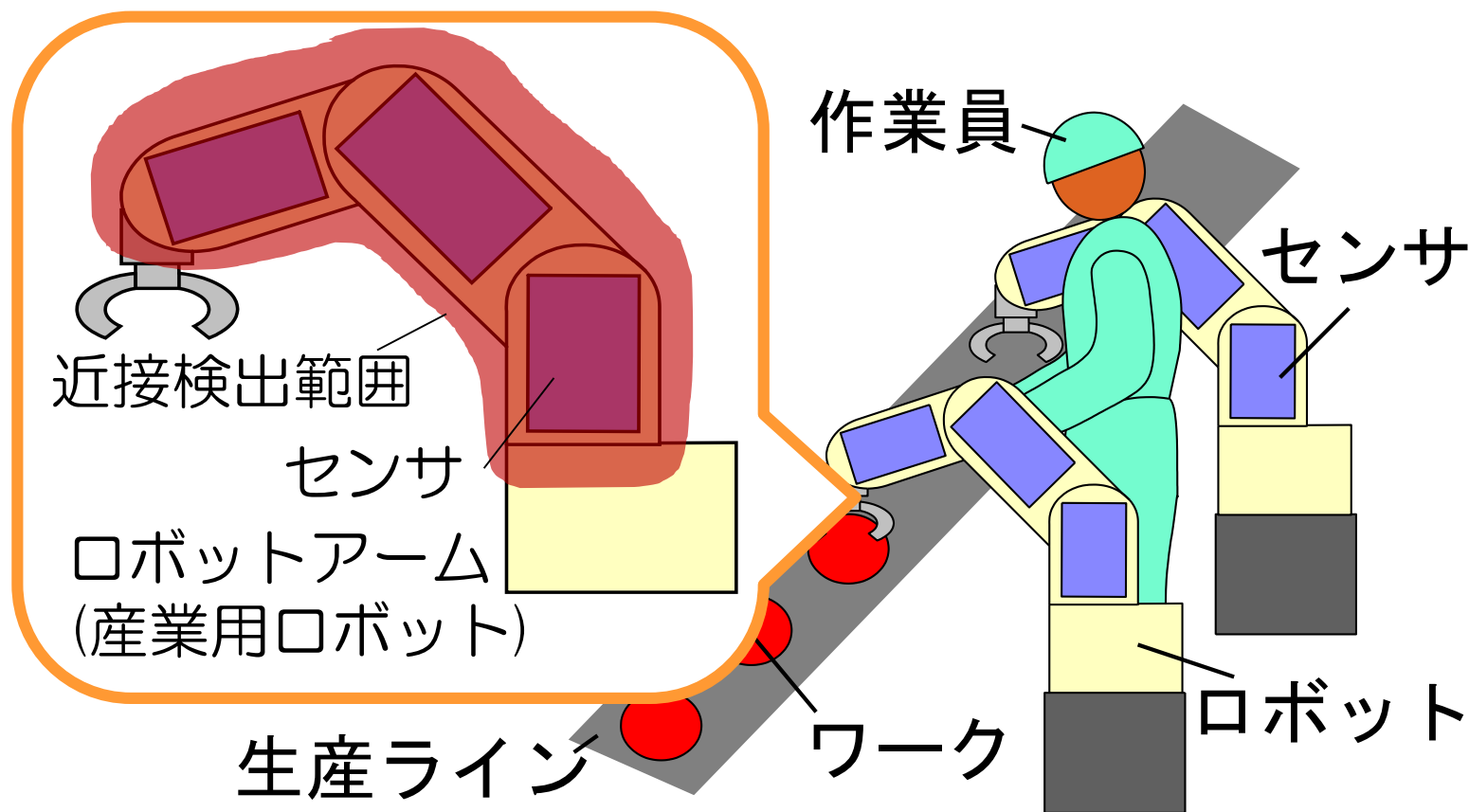
## 車いす (医療分野)

近接検出範囲  
センサ



# 想定される用途

## 産業用ロボット

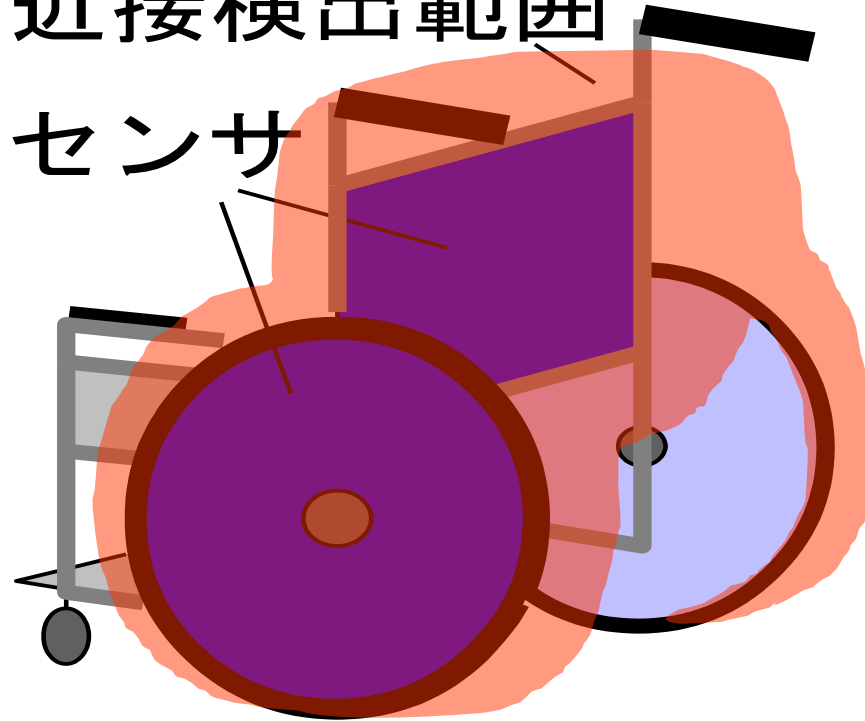


- 非接触対象検出：ロボットを減速、停止：安全性向上
- 接触検出：接触位置でロボットを操作：操作性向上

# 想定される用途

(電動)車いす (医療分野)

近接検出範囲  
センサ



- 非接触検出：衝突回避、搭乗者に通知：安全性向上
- 接触検出：外部から操作、搭乗者に通知：操作性向上

# 実用化に向けた課題

## 企業への期待

現状、研究室レベルでの研究、検証

- 実環境下における影響
  - ロボットの動き
  - 温湿度
  - 周辺機器からのノイズ
- サンプルング周波数の向上

実用化への展開

# 本技術に関する知的財産権

発明の名称 : ロボットセンサ  
出願番号 : 特願2018-185211  
出願人 : 学校法人福岡大学  
発明者 : 辻 聡史

# お問い合わせ先

福岡大学 研究推進部 産学官連携センター

担当コーディネーター

川上 由基人

TEL : 092-871 - 6631 (内線2806)

FAX : 092-866 - 2308

e-mail : [sanchi@adm.fukuoka-u.ac.jp](mailto:sanchi@adm.fukuoka-u.ac.jp)