

ソフトハンドで、つかむ・放す・ つかみ損ねをセンシング

立命館大学 工学部 ロボティクス学科
教授 平井 慎一

2024年10月3日

研究背景

食品産業や農林水産業
食品の盛り付け・箱詰め・パッキング

少子高齢化による労働力不足
海外生産が不可能

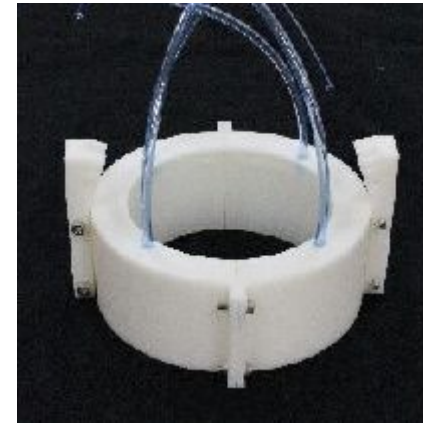
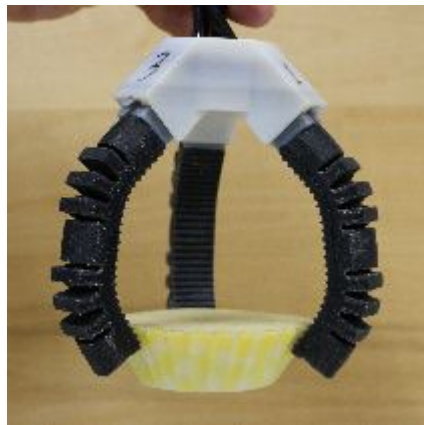


自動化

研究背景

食品や農作物：形状や寸法のばらつきが大きい

硬い材料のハンドでは把持が困難
ソフトハンドが有効



ソフトハンドの課題

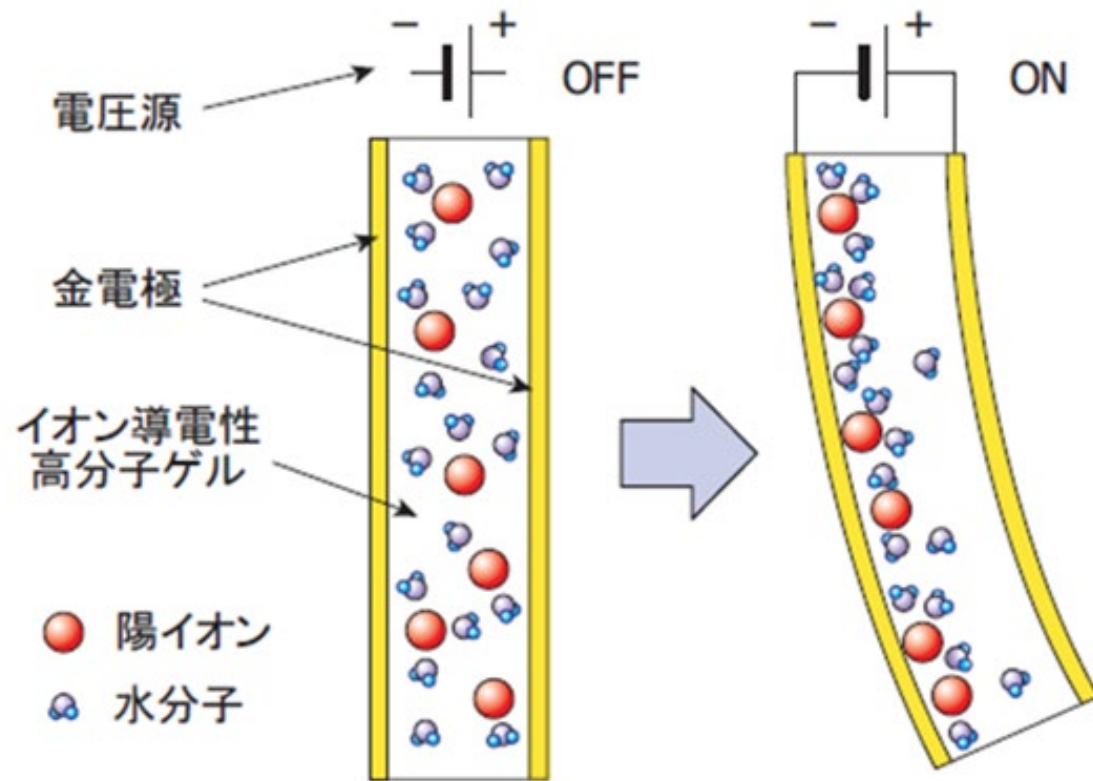
センシング：把持の成否，対象物の重量や柔らかかさ
曲げのセンシングが有効

- ・ 圧電式センサ
速度を検出
➤ 曲げの検出に積分が必要
- ・ 静電容量式センサ
伸長を検出
➤ 取り付け位置に制約



新技術：IPMCセンサ

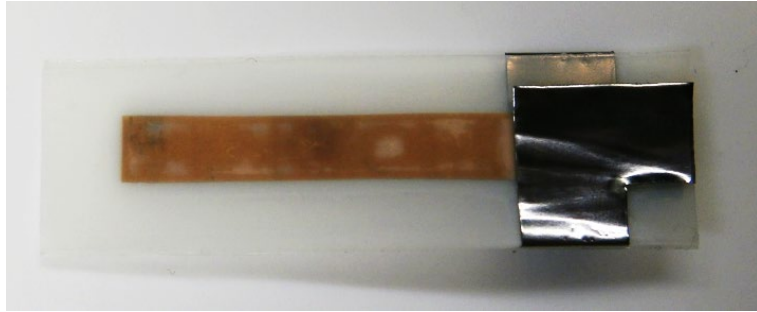
産業技術総合研究所ナノ材料研究部門で開発



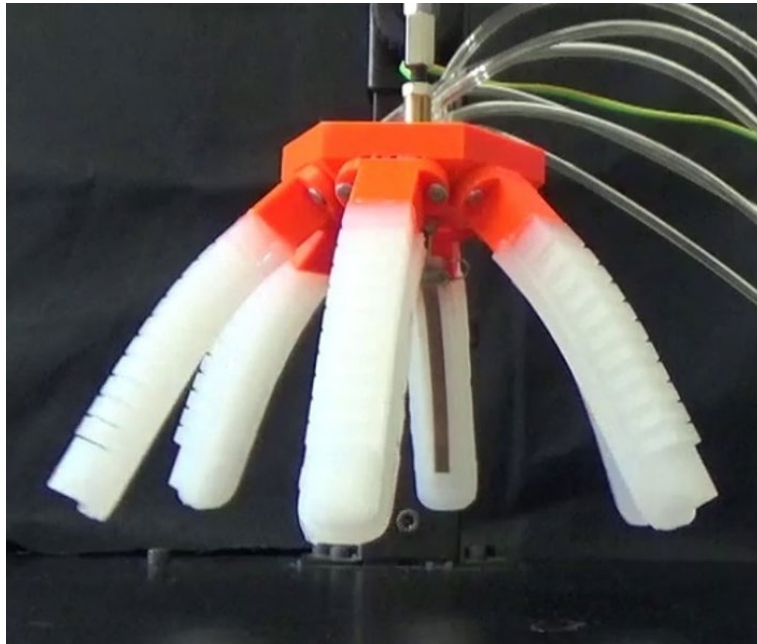
- 曲げを直接センシング
- 電圧 (~ 1.0 mV) を発生
- 電源不要
- 優れた応答性

IPMC : Ionic Polymer-Metal Composite

新技術：IPMCセンサ

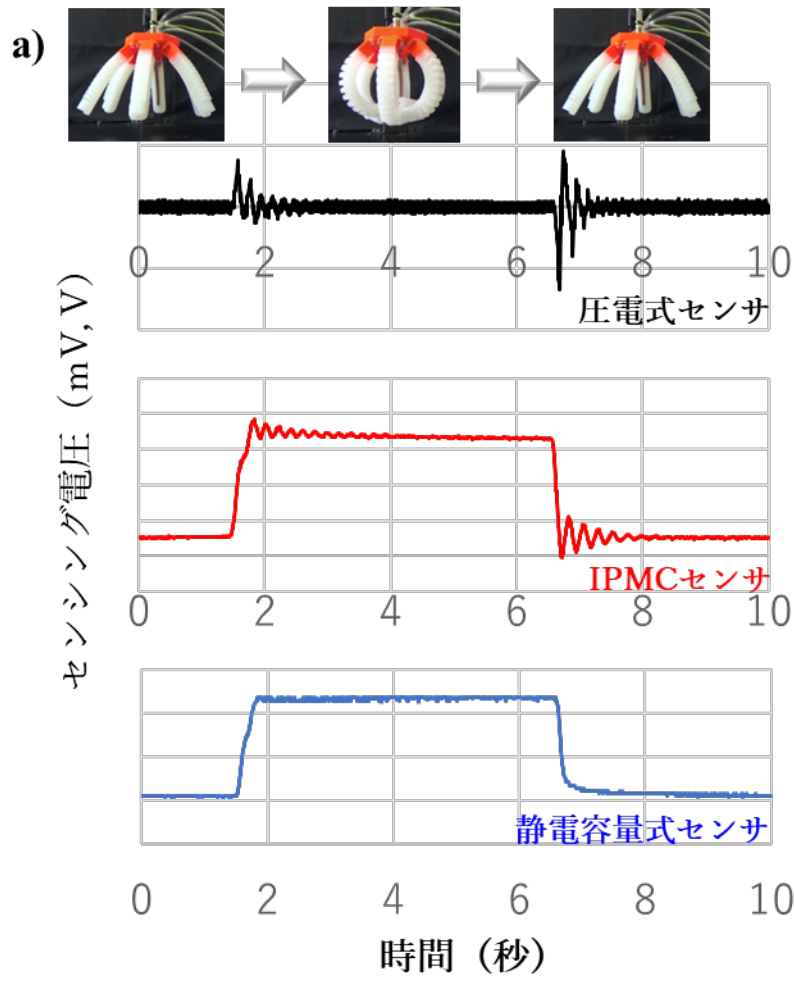


金とナフイオン電解質膜の接合体
(産総研 関西センター)



センサをソフトハンドに埋め込み
(立命館大学)

IPMCセンサの特徴

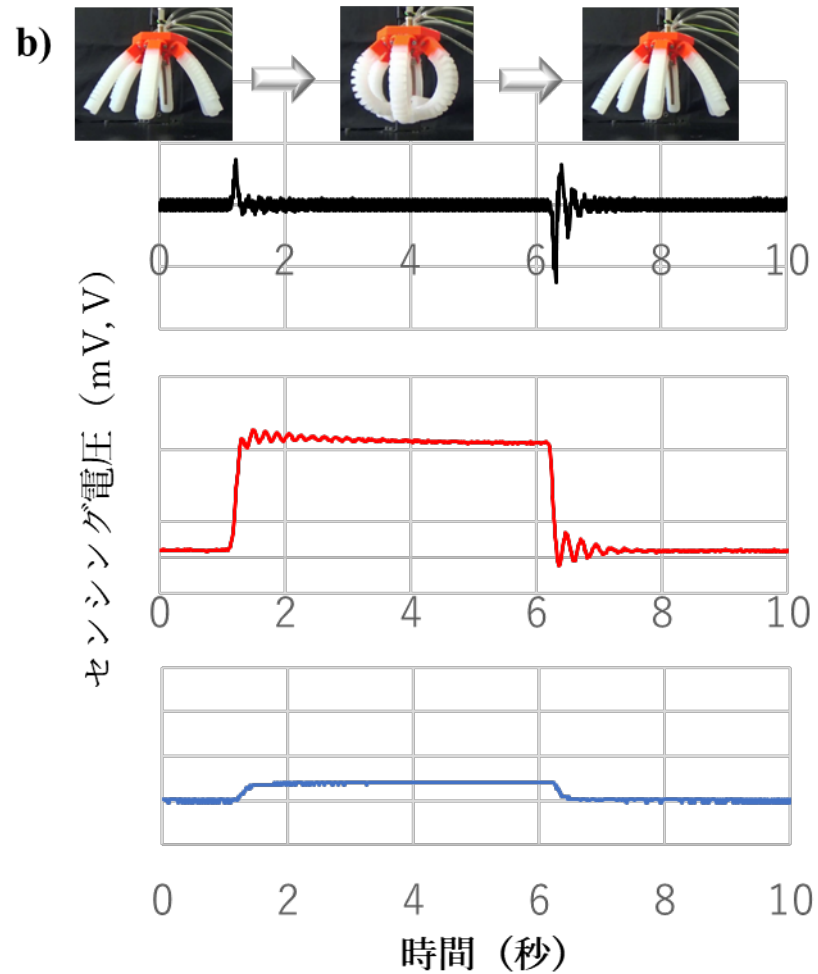


圧電式：振動を検出できる

IPMC：曲げを検出できる
振動を検出できる

静電容量式：曲げを検出できる

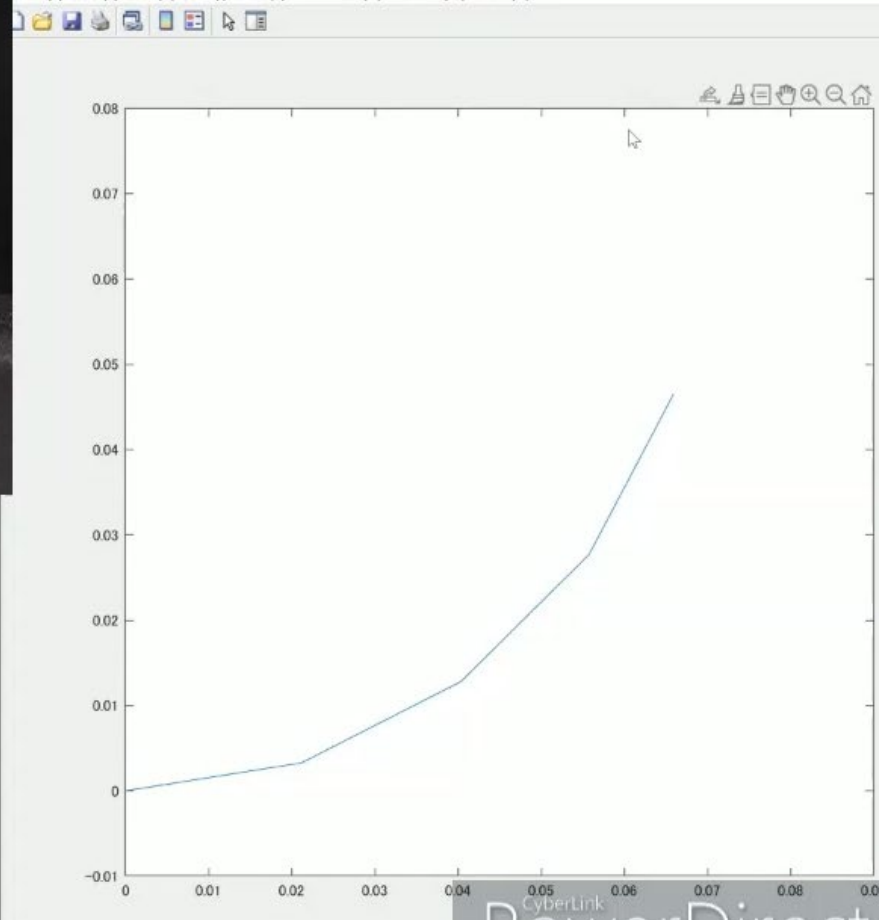
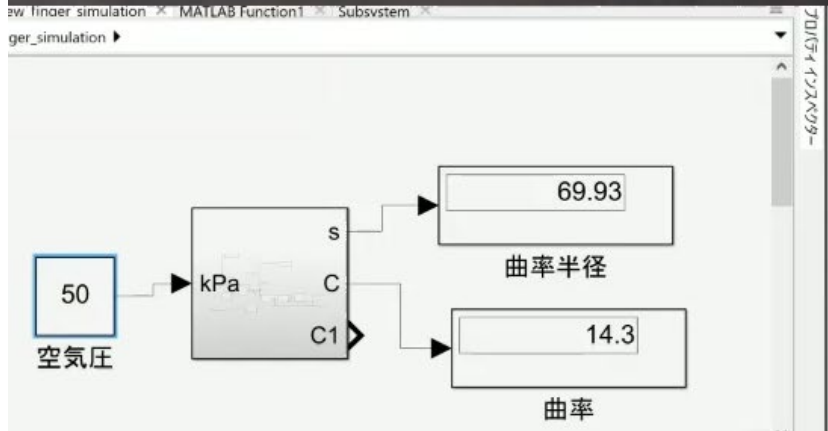
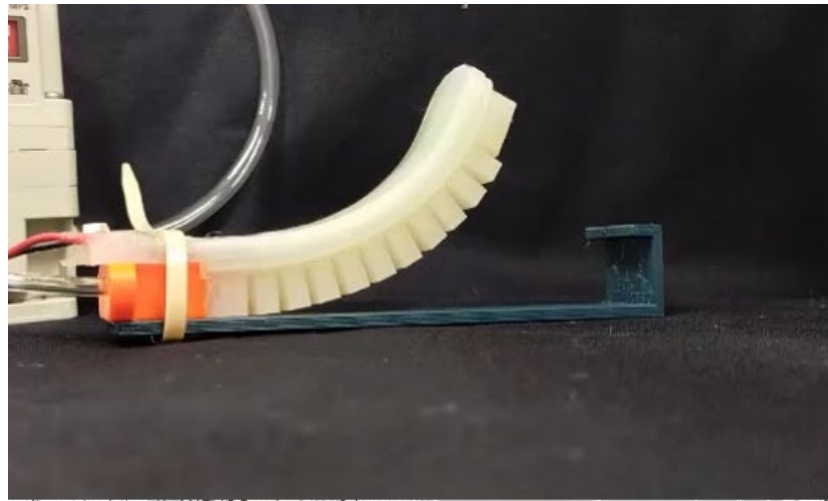
IPMCセンサの特徴



圧電式：
IPMC：中立面でも可能

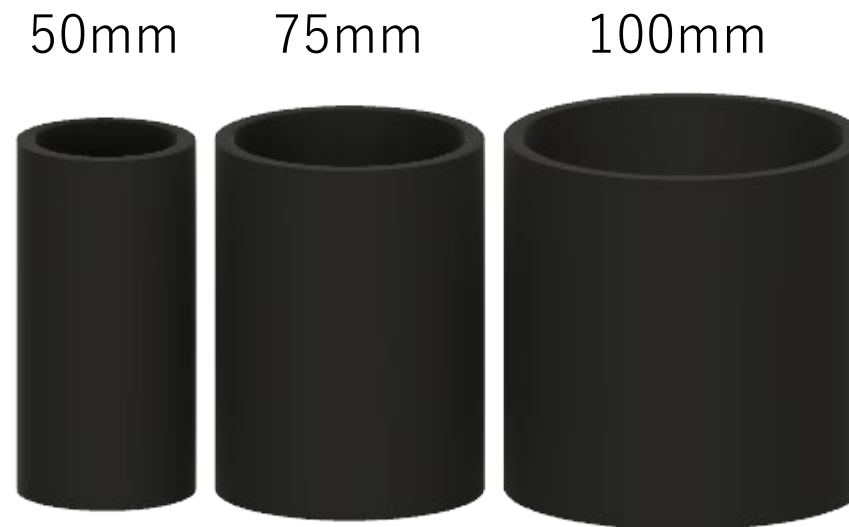
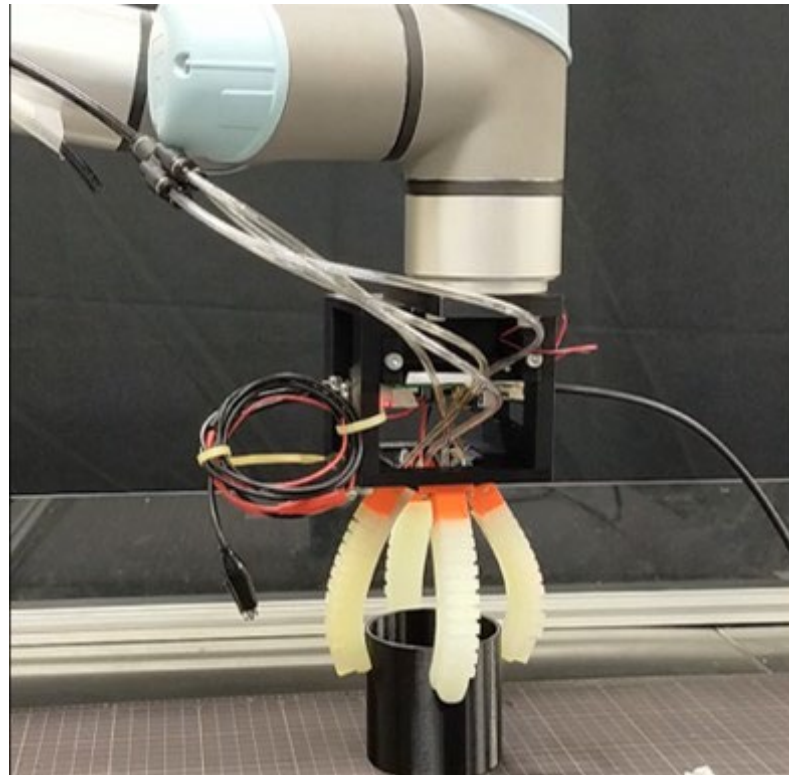
静電容量式：中立面は不可

曲率推定



大きさ推定

円筒形の把持物体に対して直径推定



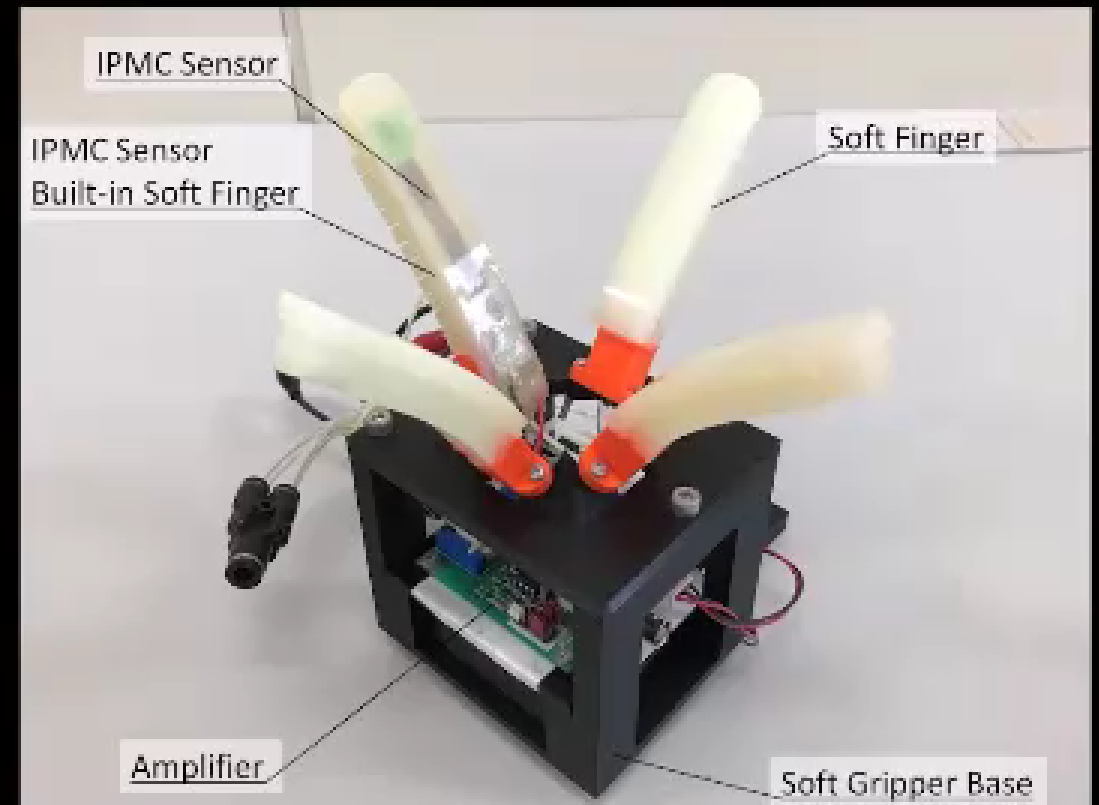
IPMCセンサ内蔵ソフトフィンガを用いた 把持物体の大きさ推定

竹林 龍之介¹, 松野 孝博¹, 杉野 卓司², 堀内 哲也², 物部 浩達², 平井 慎一¹

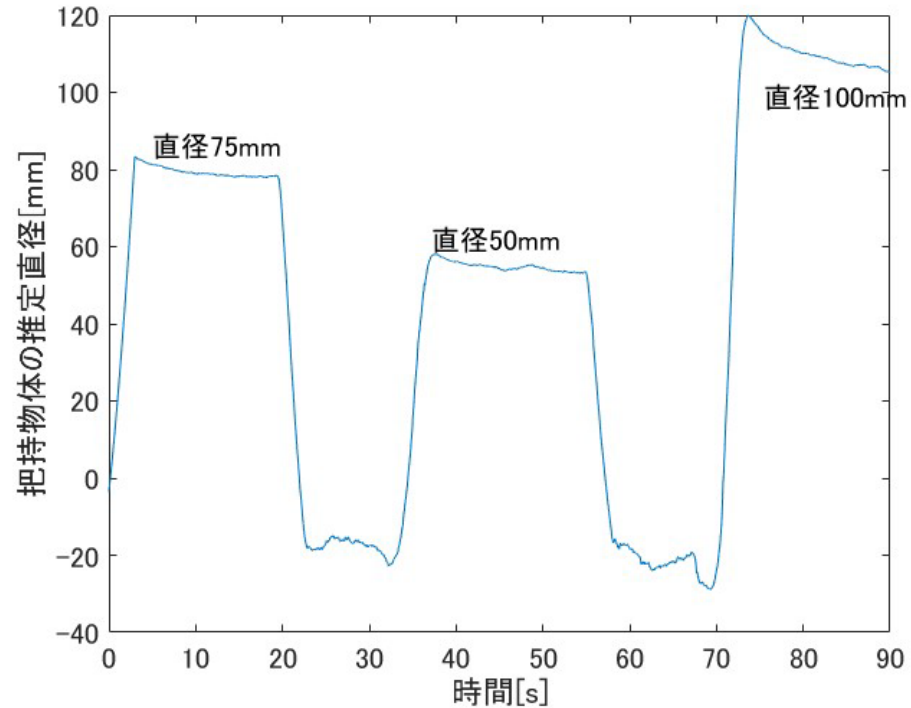
Size Estimation of Grasped Objects Using
Soft Fingers with built-in IPMC Sensors

R. Takebayashi¹, T. Matsuno¹, T. Sugino²,
T. Horiuchi², H. Monobe², S. Hirai¹

1. 立命館大学工学部ロボティクス学科
Department of Robotics, Ritsumeikan Univ.
2. 産業技術総合研究所 ナノ材料研究部門
Nanomaterials Research Institute, AIST



大きさ推定

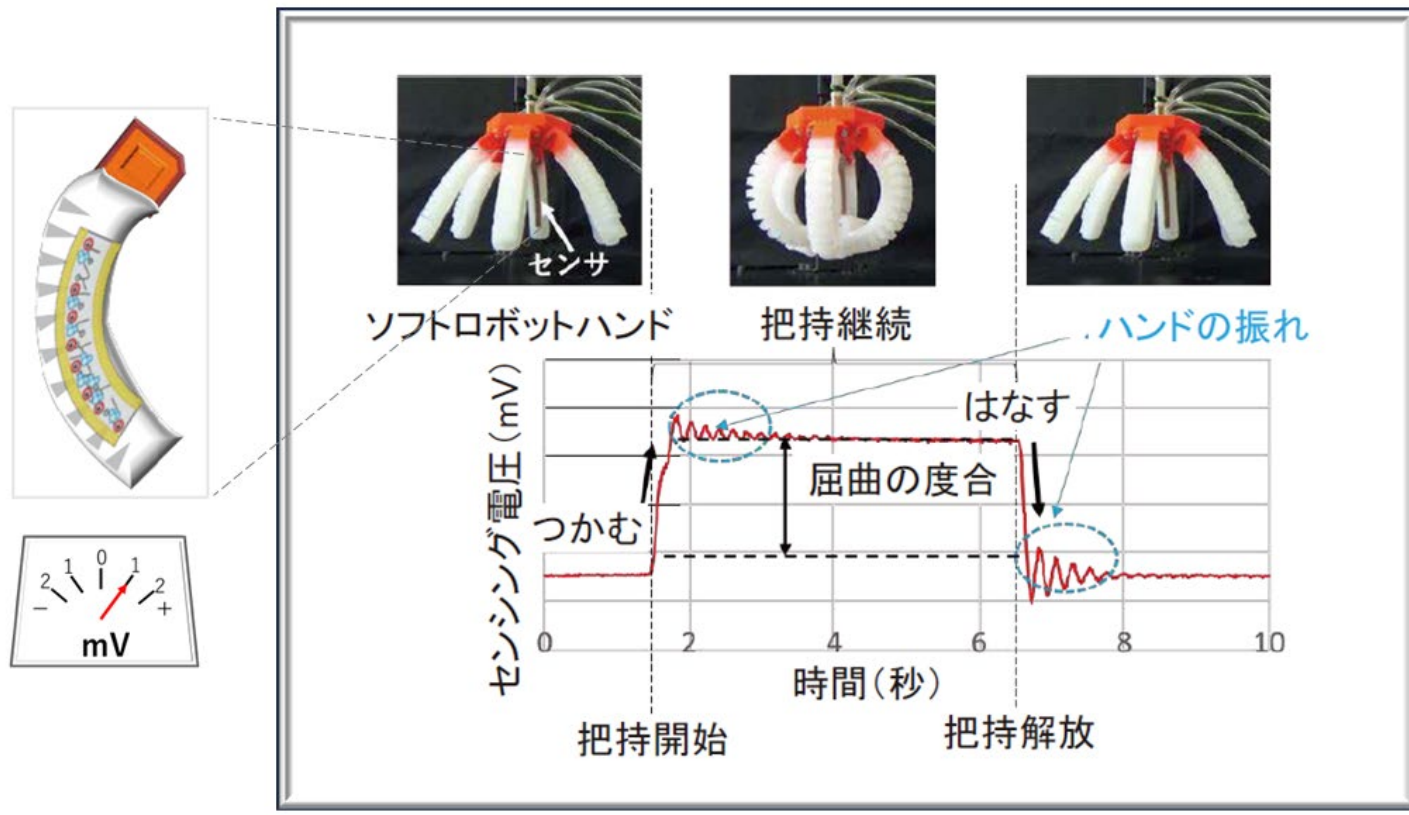


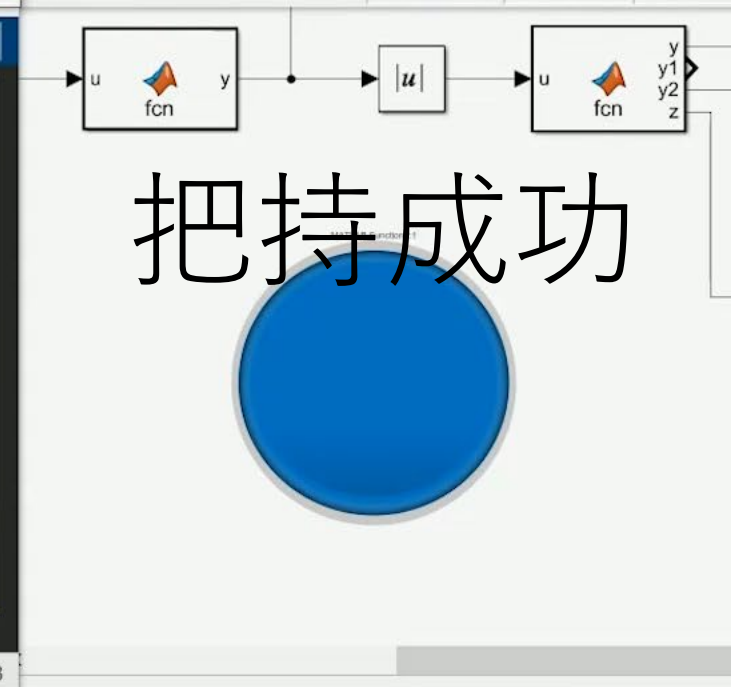
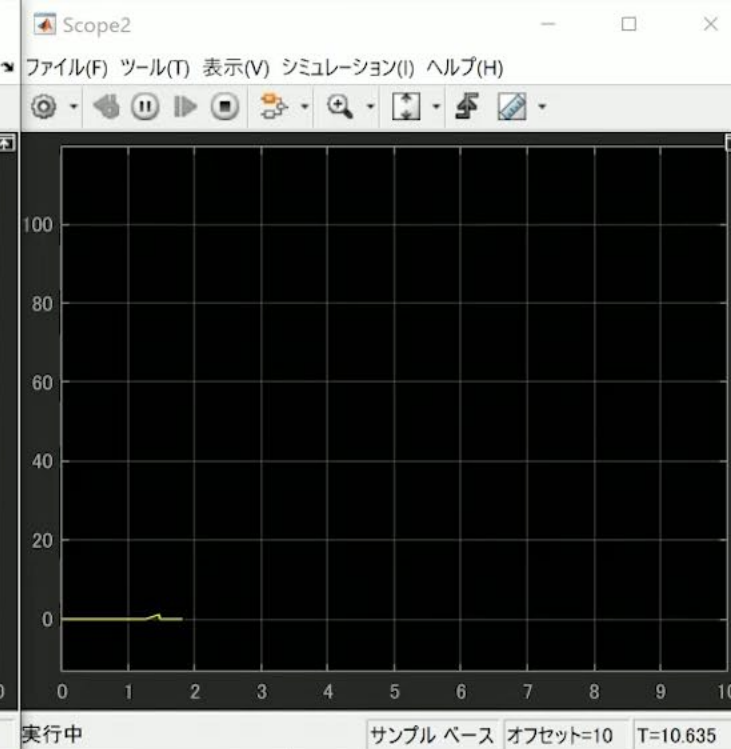
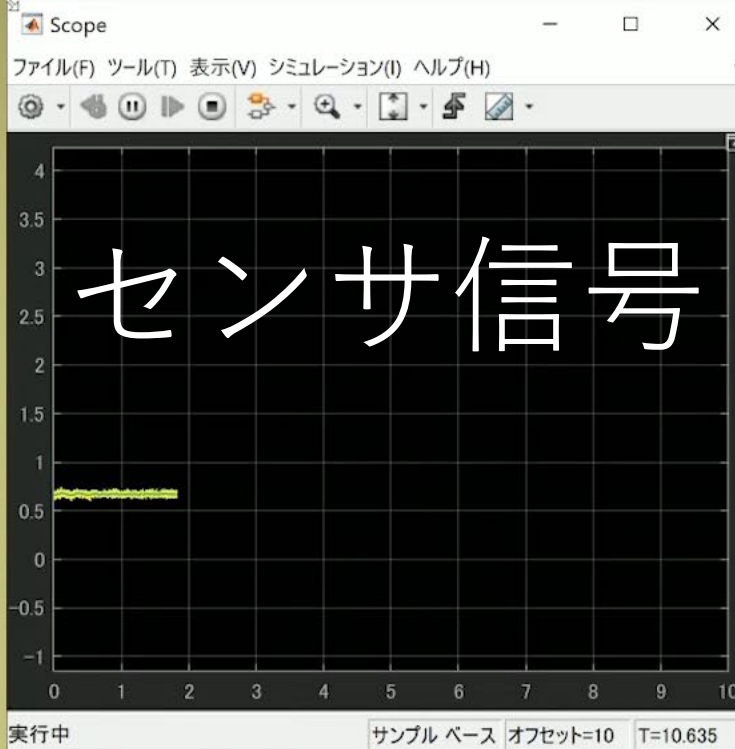
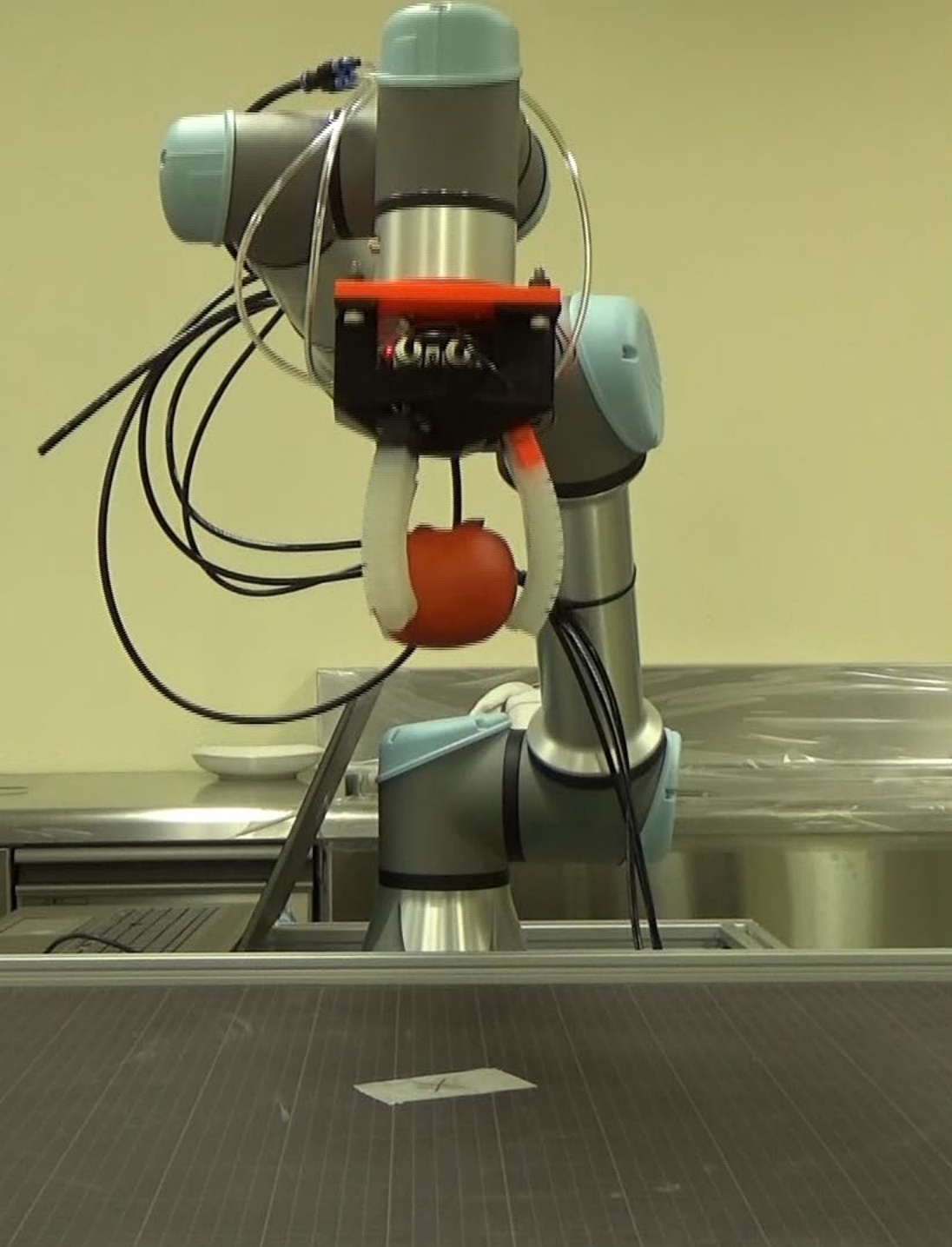
10%以内の誤差で把持物体の直径を推定可能

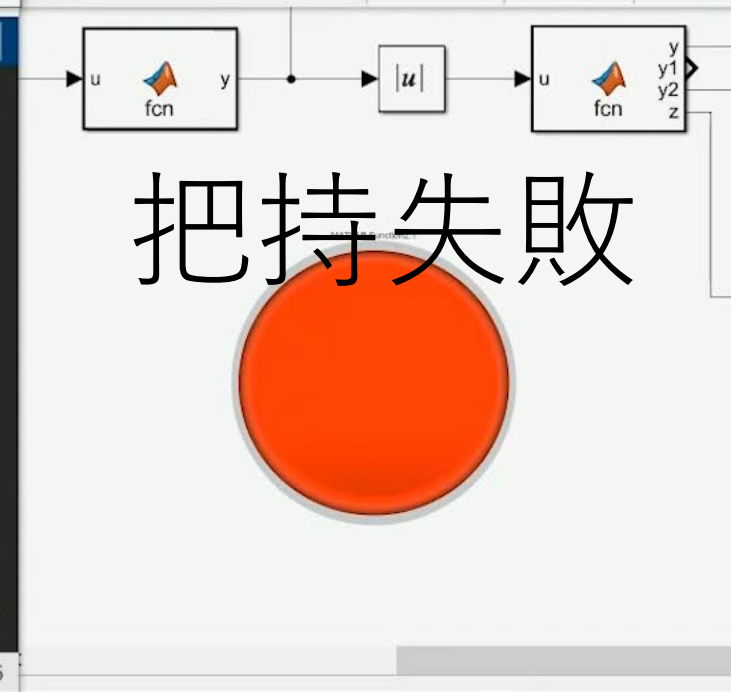
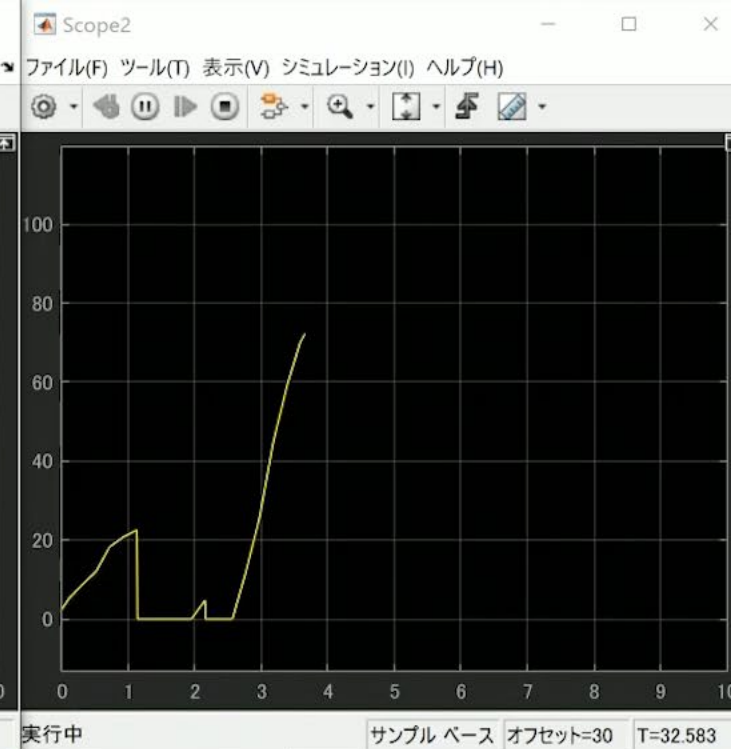
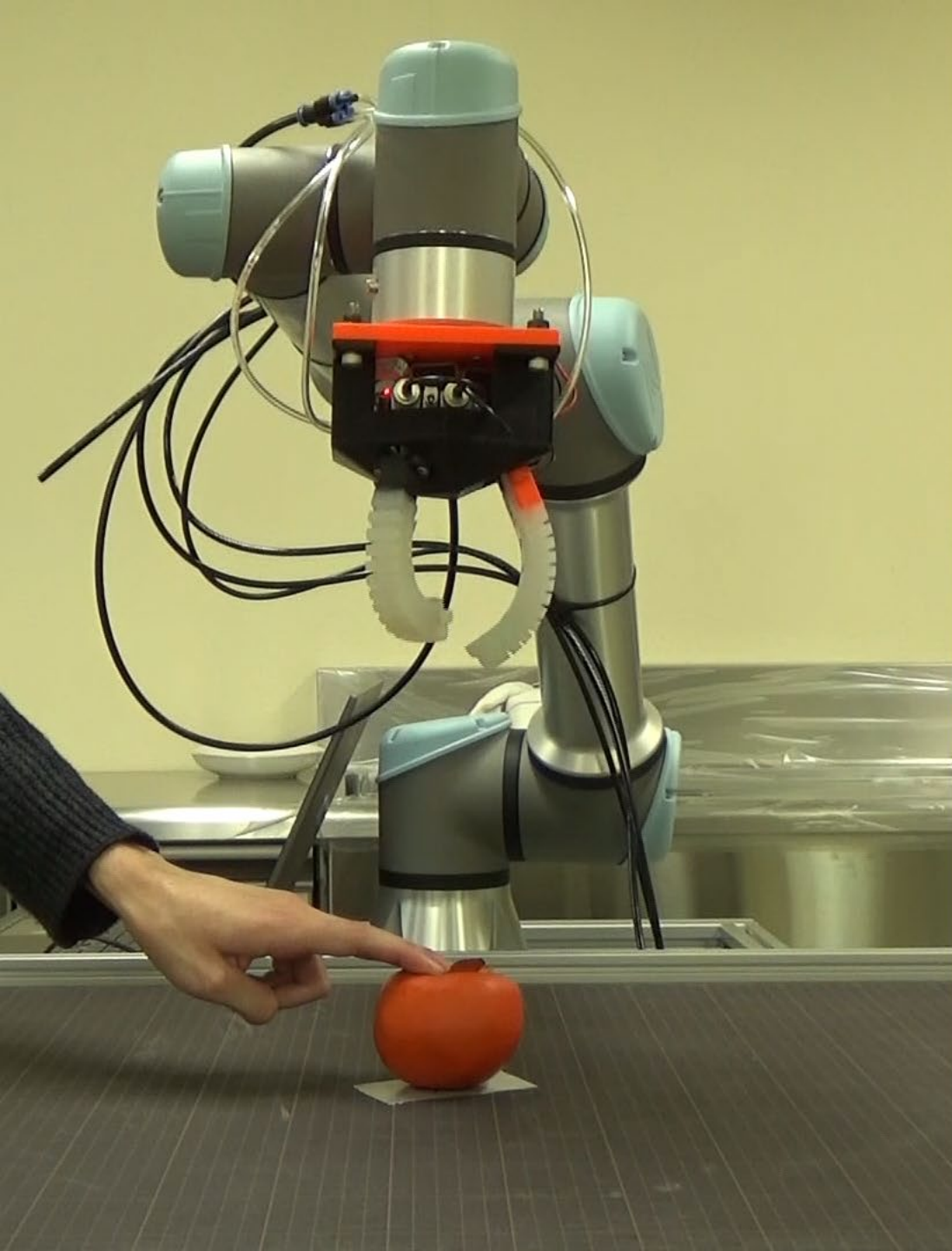
把持物体の直径 [mm]	50	75	100
平均推定直径 [mm]	54.8	79.7	109.8
標準偏差 [mm]	1.22	1.30	3.73

把持の成否の判定

空圧により変形するソフトロボットハンドの動きと
IPMCセンサのセンシング電圧の特長







新技術IPMCセンサの特徴

- 曲げと振動を検出することができる
- 電源不要
- ソフトハンドに埋め込みセンシングが可能
- 把持の開始，終了，成功／失敗を検知することができる

想定される用途

- 柔らかい対象物のハンドリング
- 脆弱な対象物のハンドリング

- 柔らかい対象物に埋め込んでセンシング可能
 - 生体ファントムや人体模型でのセンシング
 - シートやベッドにおけるセンシング

実用化に向けた課題

ソフトハンド（ソフト対象物）への埋め込み方法

用途に応じたセンサ信号処理
⇒ 深層学習を用いた学習

知的財産権

発明の名称	フレキシブルセンサ、ソフトグリッパ、 形態判定システム、把持特性を検出する方法、 および、把持特性を検出するプログラム
出願番号	特開2024-77012 (P2024-77012A)
出願人	国立研究開発法人産業技術総合研究所 学校法人立命館
発明者	杉野 卓司，堀内 哲也，物部 浩達， 平井 慎一，松野 孝博

参考文献

- 竹林 龍之介, 松野 孝博, 杉野 卓司, 堀内 哲也, 物部 浩達, 平井 慎一, IPMCセンサ内蔵ソフトフィンガを用いた把持物体の大きさ推定, 第41回日本ロボット学会学術講演会 (RSJ2023), 仙台国際センター, 2023
- 竹林 龍之介, 松野 孝博, 杉野 卓司, 堀内 哲也, 物部 浩達, 平井 慎一, IPMCセンサを用いたソフトグリッパの曲率推定, 第23回 計測自動制御学会システムインテグレーション部門講演会 (SI2022), 幕張メッセ 国際会議場, 2022

産学連携の経歴

2023～現在	フォルテック株式会社と共同研究
2019～現在	株式会社ニッポンと共同研究
2023年度	NEDO先導調査研究
2019～2023	戦略的イノベーション創造プログラム（SIP） CPS構築のためのセンサリッチ 柔軟エンドエフェクタシステム開発と実用化

問い合わせ先

立命館大学

研究部 BKCリサーチオフィス

TEL 077-561-2802

e-mail liaisonb@st.ritsumei.ac.jp