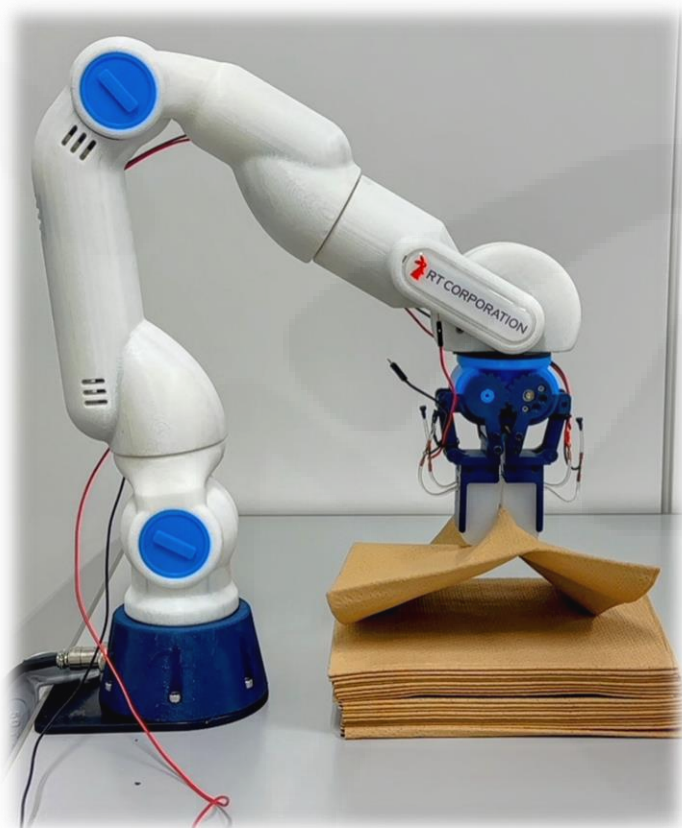


イオン液体センサを用いたソフトロボットハンドによる柔軟対象物の識別とマニピュレーション

Classification and Manipulation of Soft Objects by a Soft Robot Hand Utilizing an Ion-Liquid Sensor

辻 大樹、細田 耕 京都大学大学院工学研究科

概要



- 目的：**ソフトロボットハンドと柔軟触覚センサ、機械学習を組み合わせ、マニピュレーションを智能化する
- 問題：**分布型イオン液体センサでは、センサ値(抵抗値)の変化原因が不明確
- 手法：**コンテキスト(動作)を分けることで分布型イオン液体センサの応答を適切に処理
- 実験：**コンテキストとして把持動作と押し込み動作を取り上げ、センサ応答を処理
- 結論：**1チャンネルの分布型イオン液体センサからの信号のみで、対象識別と接触検知を実現した

背景・目的

マニピュレーションを智能化する

ソフトロボットハンド

- + 多種多様な対象物のハンドリング
形状や硬さのばらつきを吸収
- 精度の低下
ハンド自体の状態
対象物の姿勢

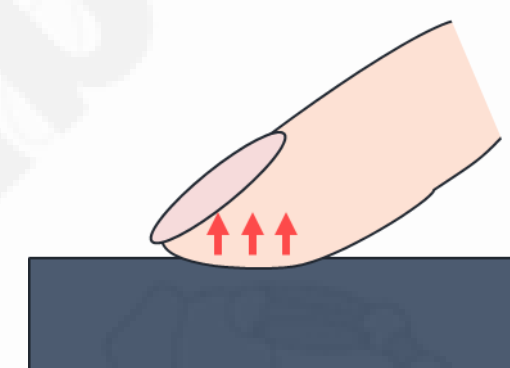


[R. Truby, 2019]

柔軟触覚センサ

人間の触覚

皮膚内部にある受容器によって外部刺激を **受動的** に検知



ソフトセンサ (柔軟触覚センサ)

環境に応じて **受動的** に変形し、変形情報を特定の物理量として返す

統合的に設計・開発

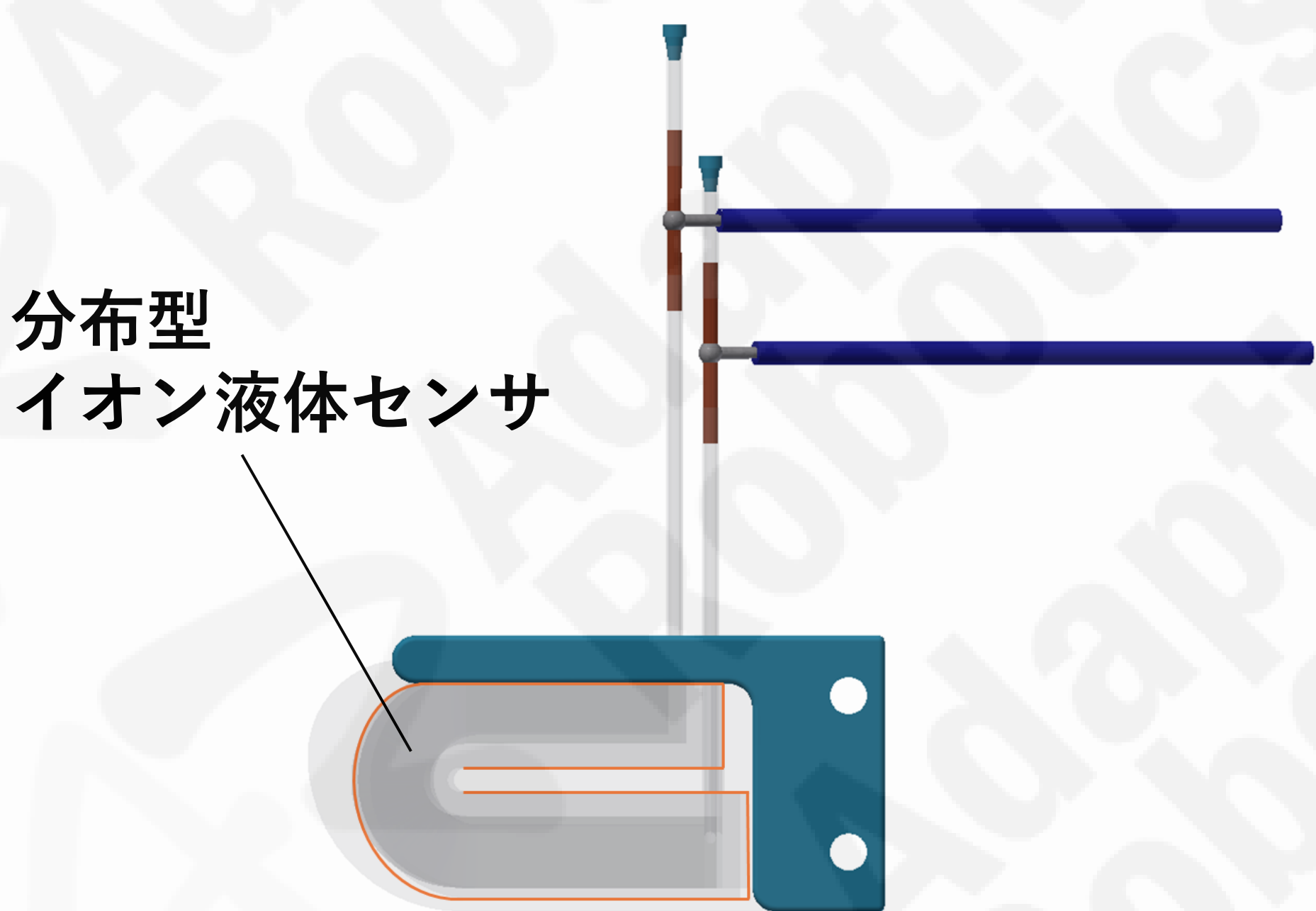
コンテキスト (文脈)

どういうハンドの状況？
どんな対象物？

機械学習

手法

コンテキストを分けることで、分布型イオン液体センサの応答を処理



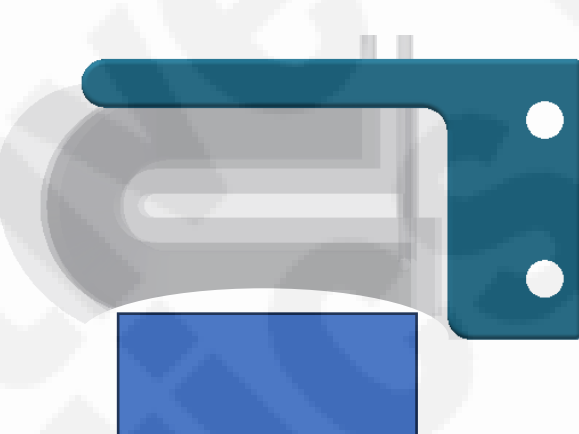
シリコンゴム製フィンガーの模式図

イオン液体センサの応答 = **抵抗値**

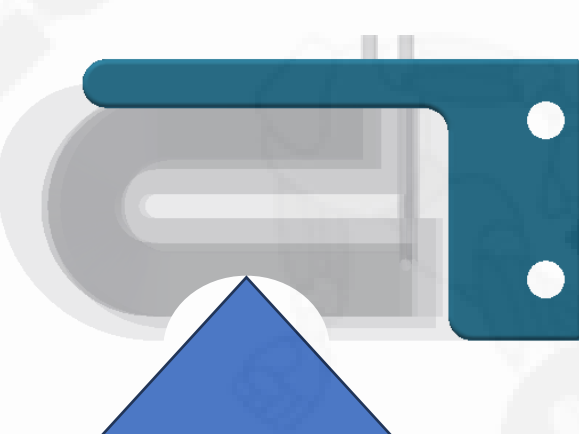
$$= \text{電気抵抗率} \times \text{流路の長さ} / \text{流路の断面積}$$

抵抗値の瞬時値だけでは判断不可

250kΩ



250kΩ



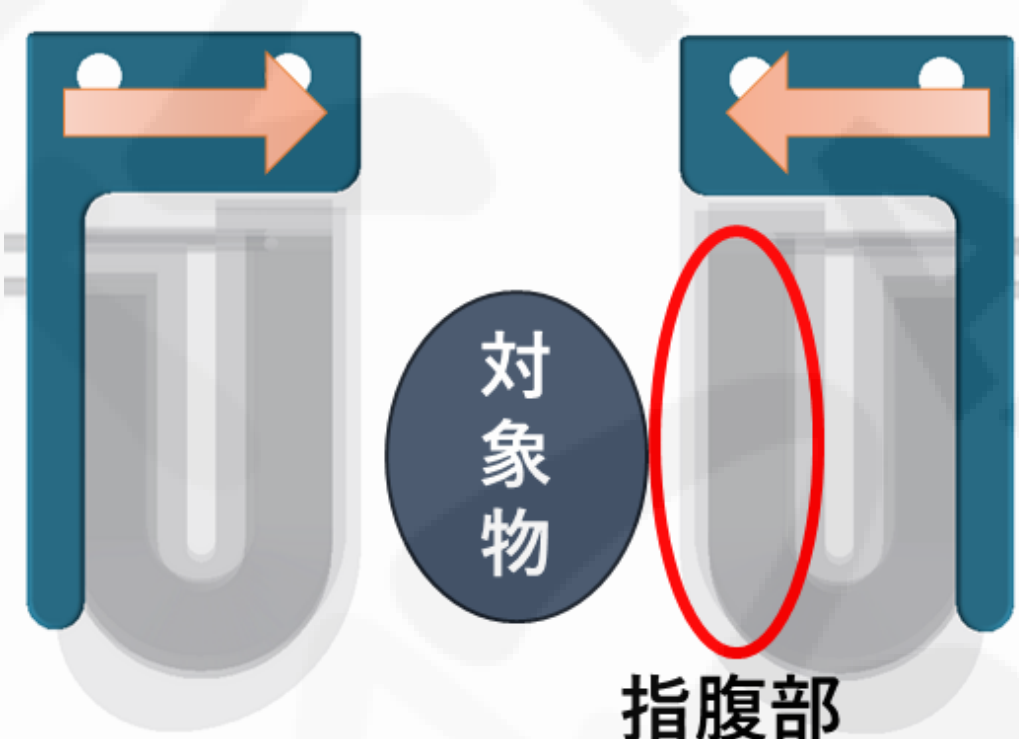
250kΩ



実験 1

コンテキスト：把持動作

コンテキスト
(動作)
+
抵抗値の変化



抵抗値の変化
= 指腹部の変形

”対象物の識別”

実験 2

コンテキスト：押し込み動作

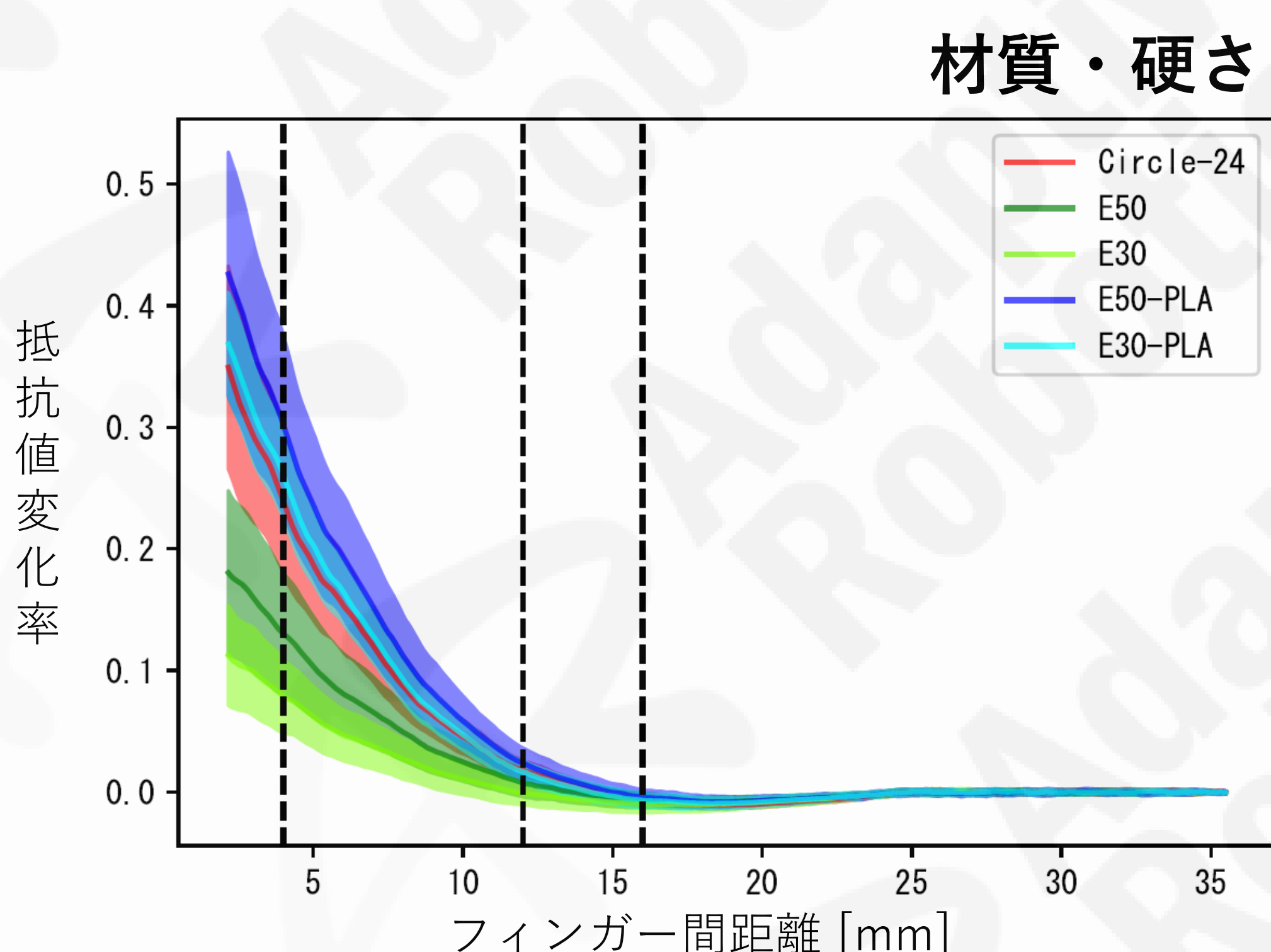
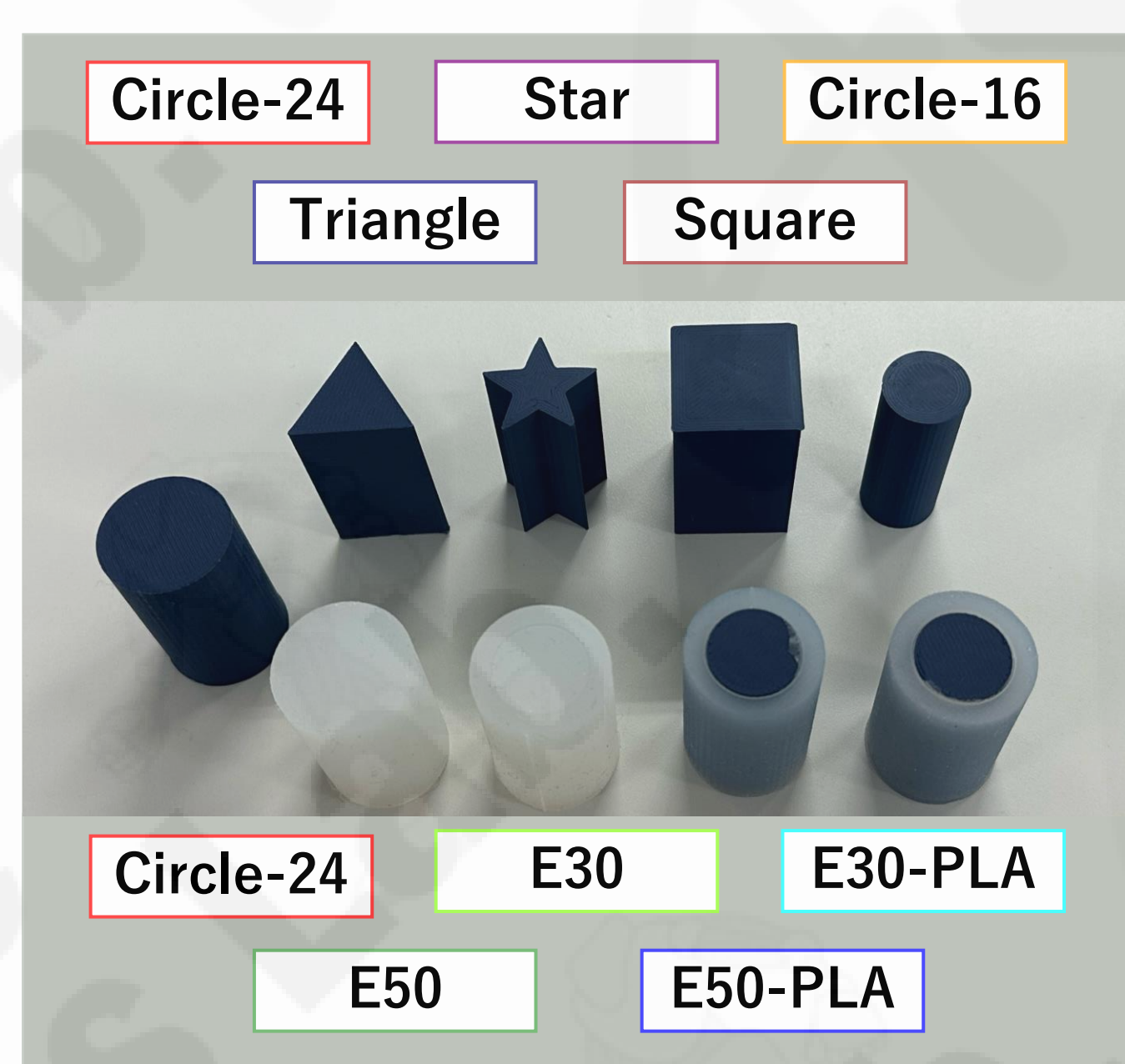
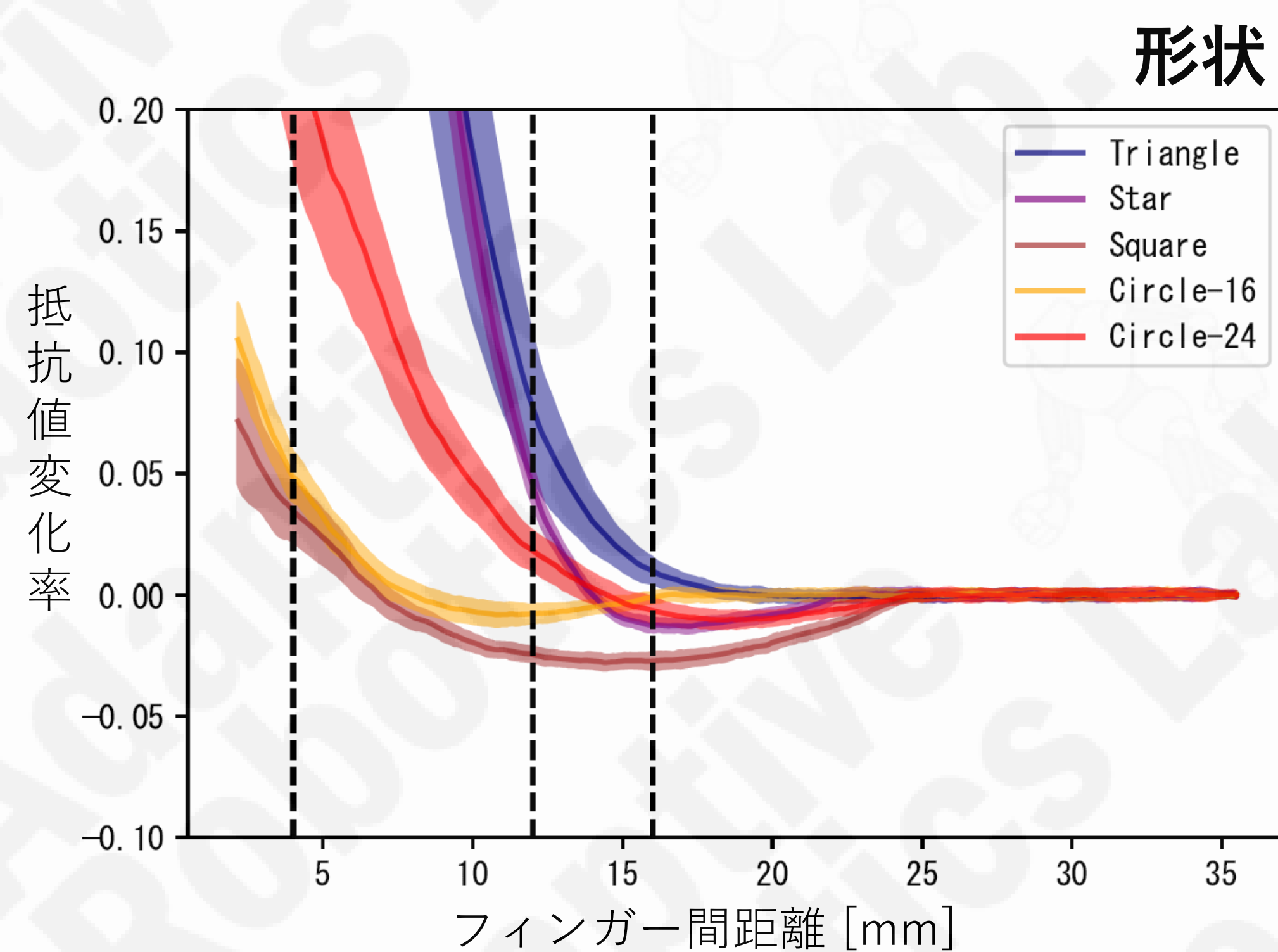


抵抗値の変化
= 指先部の変形

”接触検知”

実験 1

把持動作による物体識別を実現



対象物の識別可能性

フィンガー間距離 4mm, 12mm, 16mm の
3点のデータを用いたSVMによる分類推定
※SVM = Support Vector Machine

教師データ20セット・テストデータ20セット
全体の正解率：69.4%

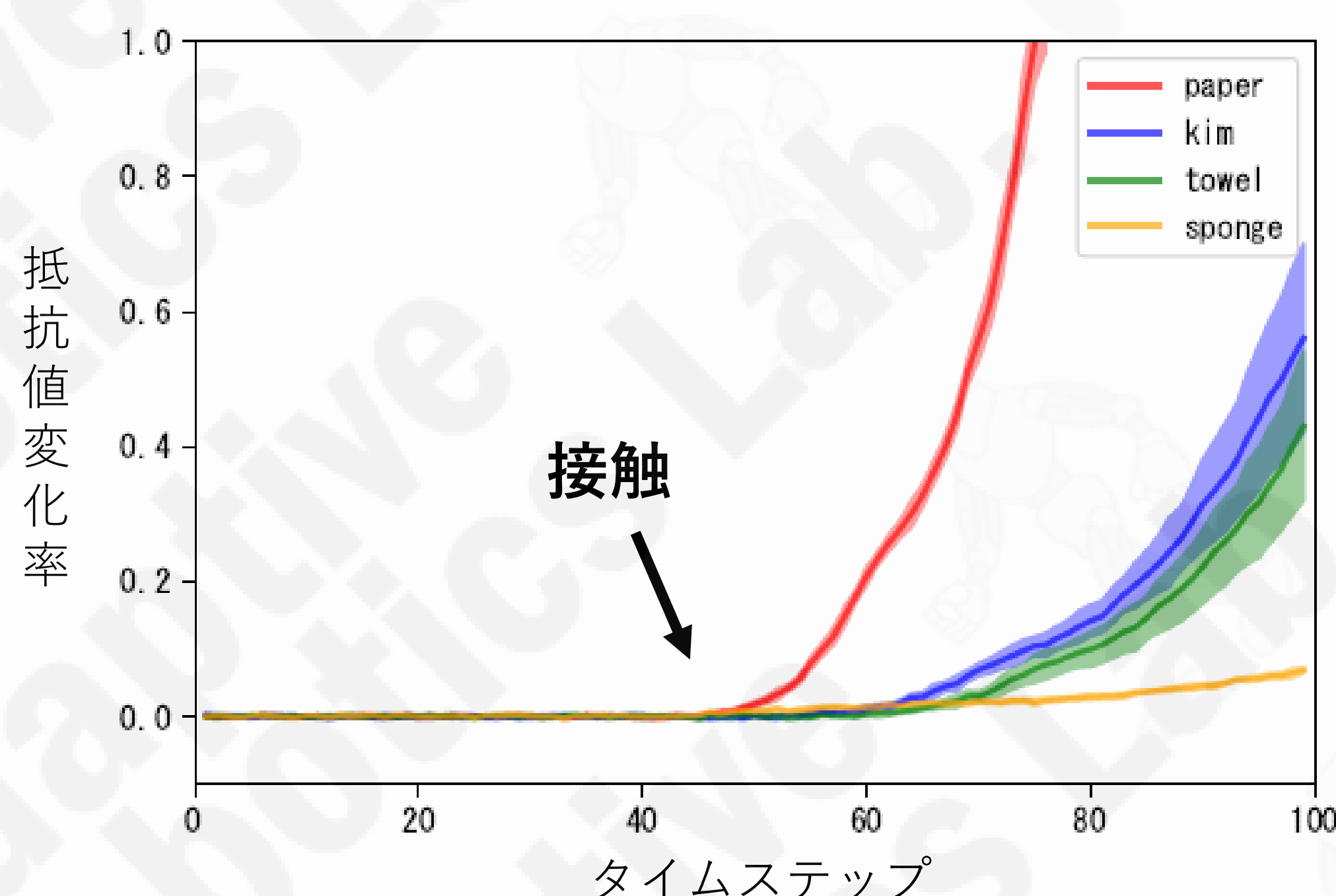
正解ラベル	Triangle	Star	Square	Circle-16	Circle-24	E50	E30	E50-PLA	E30-PLA
Triangle	18	0	0	0	0	1	0	1	0
Star	0	20	0	0	0	0	0	0	0
Square	0	0	20	0	0	0	0	0	0
Circle-16	0	0	0	20	0	0	0	0	0
Circle-24	0	0	0	0	7	8	0	2	3
E50	0	0	0	0	4	7	8	1	0
E30	0	0	4	1	0	5	10	0	0
E50-PLA	0	0	0	0	5	1	0	10	4
E30-PLA	0	0	0	0	3	0	0	4	13

形状に対する識別：正解率85%

材質・硬さに対する識別：正解率47%

実験 2

押し込み動作による物体の接触検知を実現



押し込み動作による接触検知を活用し
シート状柔軟物のつまみ上げを実現



まとめ

- ・1チャンネルの分布型イオン液体センサからの信号のみで、対象識別と接触検知を実現した。
- ・ハンドとセンサ自体の柔らかさを活用し、シート状柔軟物のマニピュレーションを実現した。

Contact :



tsuji.hiroki.27s@st.kyoto-u.ac.jp

謝辞：本研究はJSPS科研費23H00498の助成を受けた。