

ソフトロボティクスの研究動向

平井 慎一

立命館大学ロボティクス学科教授

RoboSoft 2019 Program Cochair

IEEE Trans. Robotics Associate Editor

ソフトロボティクス研究専門委員会幹事

<http://www.ritsumeai.ac.jp/~hirai/>

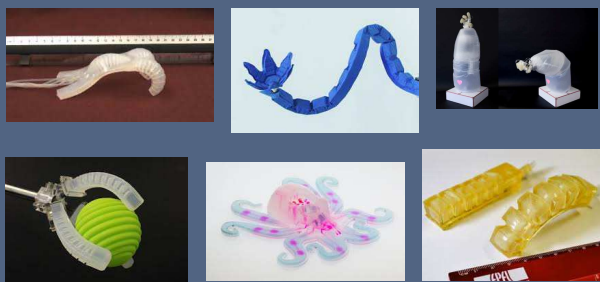
立命館大学ロボティクス研究センター公開シンポジウム 2019/3/19

内容

- ・ソフトロボティクスの現状
- ・食品ハンドリングへの展開

立命館大学ロボティクス研究センター公開シンポジウム 2019/3/19

ソフトロボティクス Soft Robotics



立命館大学ロボティクス研究センター公開シンポジウム 2019/3/19

ソフトロボティクス Soft Robotics

ロボットシステムがもつ物理的柔軟性の活用に関する新しい研究分野

生体システムのもつ「やわらかさ」に注目し、生体システムの価値観に基づいた自律する人工物の創造を目指す

柔らかい材料を積極的に用いて新しい機能を発現するロボットに関する研究

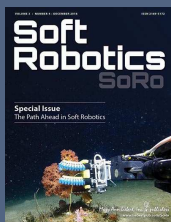
立命館大学ロボティクス研究センター公開シンポジウム 2019/3/19

ソフトロボティクス Soft Robotics



SIG Soft Robotics

Special Interest Group on Soft Robotics



立命館大学ロボティクス研究センター公開シンポジウム 2019/3/19

Soft Robotics

Impact Factor 5.057 (2017)

Mary Ann Liebert, Inc.

医学・薬学・生物学系の出版社



Vol. 5, No. 1
Feb. 2018



Vol. 4, No. 1
March 2017



Vol. 3, No. 1
March 2016



Vol. 2, No. 1
March 2015



Vol. 1, No. 1
March 2014

IEEE Int. Conf. on Soft Robotics

RoboSoft
The first IEEE-RAS International Conference on
Soft Robotics
LIVORNO, ITALY
April 24-28, 2018

2018年 第1回 イタリア・リヴォルノ
2019年 第2回 韓国・ソウル

RoboSoft 2019
April 14-18, 2019
COEX, Seoul, Korea

立命館大学ロボティクス研究センター公開シンポジウム 2019/3/19

立命館大学ロボティクス研究センター公開シンポジウム 2019/3/19

IEEE Int. Conf. on Soft Robotics



立命館大学ロボティクス研究センター公開シンポジウム 2019/3/19

立命館大学ロボティクス研究センター公開シンポジウム 2019/3/19

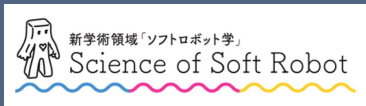
The image shows the logo for SIG Soft Robotics. At the top, the text 'ソフトロボティクス研究専門委員会' (Special Interest Group on Soft Robotics) is written in a large, bold, black font. Below this, the text 'SIG SoRo Japan' and 'www.sigsoro.org' are displayed in a smaller black font. To the right, there is a white rectangular box with a black border. Inside the box, the text 'SIG Soft Robotics' is written in a large, bold, black font, and below it, 'Special Interest Group on Soft Robotics' is written in a smaller black font. At the bottom of the image, the text '日本ロボット学会の研究専門委員会' (Research Special Interest Group of the Japanese Society of Robotics) is written in a black font, followed by '2017年4月設立 2019年3月第1期終了 第2期申請中' (Established in April 2017, 1st term ended in March 2019, 2nd term application in progress).

立命館大学ロボティクス研究センター公開シンポジウム 2019/3/19

The image shows a presentation slide with a dark blue background. At the top, the text 'ソフトロボティクス研究専門委員会' is written in large white characters. Below this, a white rectangular box contains the text 'SIG Soft Robotics' in bold black font, with 'Special Interest Group on Soft Robotics' in a smaller black font underneath. To the right of this box, the text '第5回研究会 (2019年3月4日 @名古屋工業大学)' is visible. Below the white box, a list of five research meetings is displayed in white text, each on a new line. The meetings are: 第5回研究会 (2019年3月4日 @名古屋工業大学), 第4回研究会 (2018年5月10日 @東京大学本郷キャンパス), 第3回研究会 (2017年12月8日 @立命館大学びわこくさつキャンパス), 第2回研究会 (2017年8月26日 @筑波大学), and 第1回研究会 (2017年6月24日 @中央大学後楽園キャンパス). At the bottom of the slide, the text '立命館大学ロボティクス研究センター公開シンポジウム 2019/3/19' is written in white.

立命館大学ロボティクス研究センター公開シンポジウム 2019/3/19

新学術領域「ソフトロボット学」

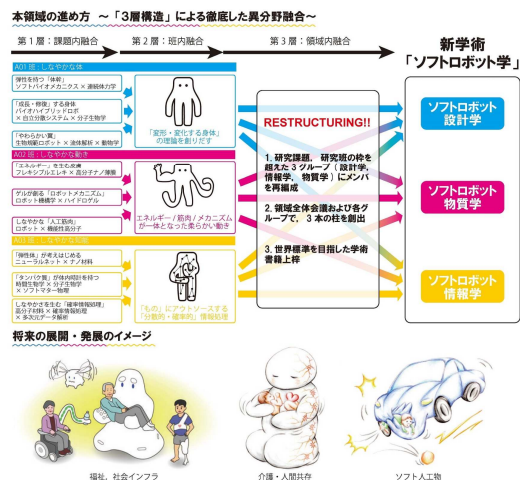


新学術領域「ソフトロボット学」
Science of Soft Robot

新学術領域「ソフトロボット学」では、**生体システムのもつ「やわらかさ」**に注目し、生体システムの価値観に基づいた自律する人工物の創造を目指します。

立命館大学ロボティクス研究センター公開シンポジウム 2019/3/19

立命館大学ロボティクス研究センター公開シンポジウム 2019/3/19



ソフトロボティクス研究室

Soft Robotics Lab

指導 平井 雄一 ロボティクス学科 教授
 設立 1996年4月
[ひめこ・くまツキキャンパス\(BKC\) アクセス](#)
[ひめこ・くまツキキャンパス\(BKC\) マップ](#)
[予定表](#)

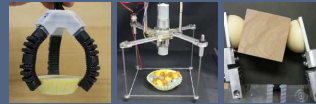
ソフトロボティクス研究室では、柔らかい材料を積極的に用いて新しい機能を発現するロボットに関する研究を幅広く進めています。



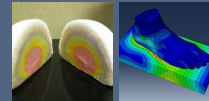
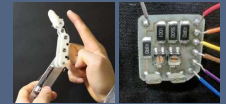
近年のメインテーマ (詳細はこちら)

ソフトロボティクス研究室

ロボットハンド



アクチュエータ



モデリング



センシング

立命館大学ロボティクス研究センター公開シンポジウム 2019/3/19

立場の違い

工学 Engineering

科学 Science

機能を実現する手段

生物を理解する手段

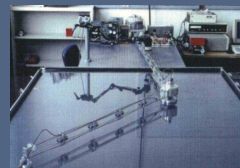


立命館大学ロボティクス研究センター公開シンポジウム 2019/3/19

価値観の転換

フレキシブルロボット
 1980年代
 柔らかさは障害物

ソフトロボティクス
 2000年代以降
 柔らかさを活用



立命館大学ロボティクス研究センター公開シンポジウム 2019/3/19

内容

- ソフトロボティクスの現状
- 食品ハンドリングへの展開

立命館大学ロボティクス研究センター公開シンポジウム 2019/3/19

過去の食品関連研究



ピザ生地成形

↓
 レオロジー物体モデリング



和菓子の力学モデリング

↓
 食品の計測とモデリング

立命館大学ロボティクス研究センター公開シンポジウム 2019/3/19

ソフトロボティクオートメーション

ソフトロボティクスの方法論を用いて、不確定性に対応

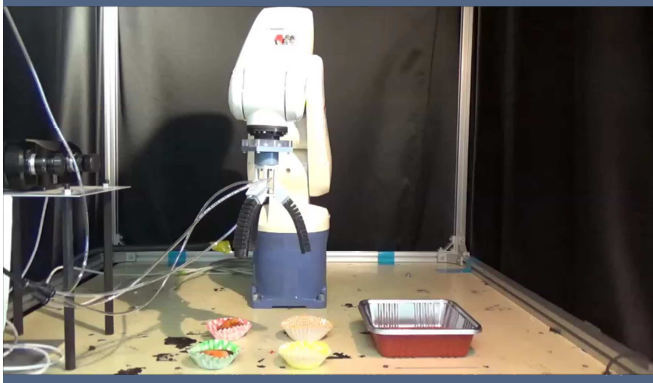
立命館大学ロボティクス研究センター公開シンポジウム 2019/3/19

ソフトグリッパー

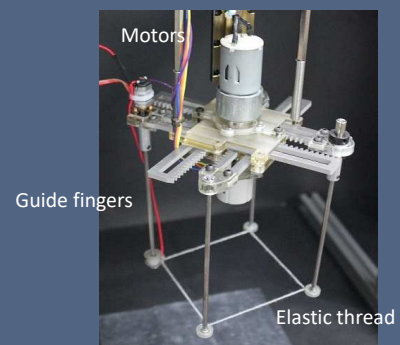


立命館大学ロボティクス研究センター公開シンポジウム 2019/3/19

ソフトグリッパー

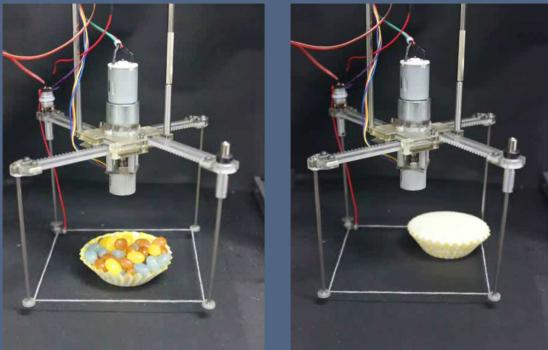


バイディングハンド



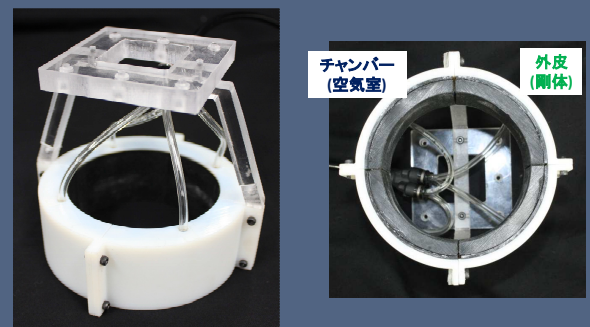
Iwamasa and Hirai, IEEE ICRA, 2015

バイディングハンド



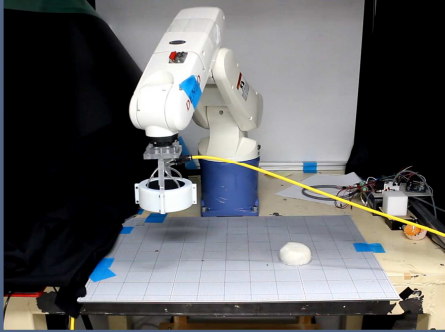
立命館大学ロボティクス研究センター公開シンポジウム 2019/3/19

環状ソフトグリッパー



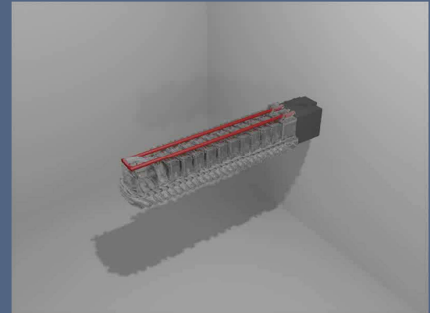
立命館大学ロボティクス研究センター公開シンポジウム 2019/3/19

環状ソフトグリッパー



立命館大学ロボティクス研究センター公開シンポジウム 2019/3/19

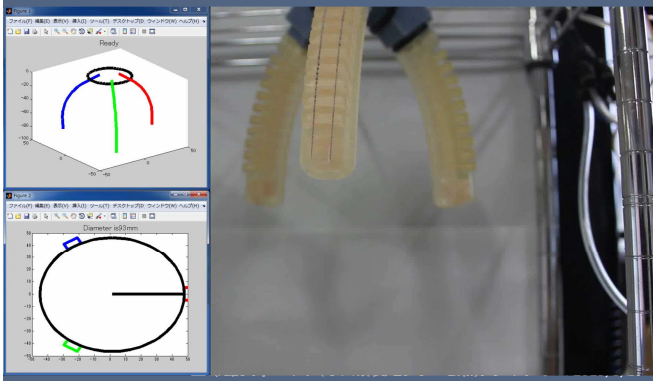
指先曲げセンサ



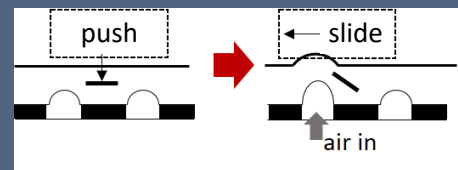
Matsuno et al., IEEE RCAR 2017

立命館大学ロボティクス研究センター公開シンポジウム 2019/3/19

指先曲げセンサ



滑りセンシング

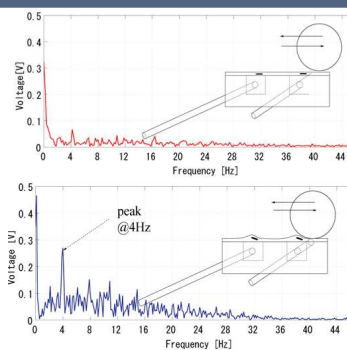


ストレインゲージの向きを変え、押しと滑りを検出

Ho et al., IEEE Trans. Ind. Info., 2017

立命館大学ロボティクス研究センター公開シンポジウム 2019/3/19

滑りセンシング



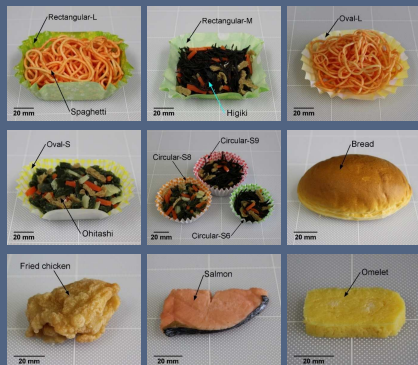
立命館大学ロボティクス研究センター公開シンポジウム 2019/3/19

工学への展開

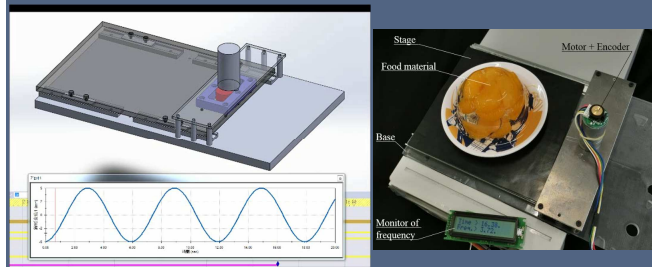
- 食品の計測とモデリング
 - 形状, 変形特性, 表面特性
 - バラツキの表現
- ハンドリング過程の力学解析

立命館大学ロボティクス研究センター公開シンポジウム 2019/3/19

食品サンプル

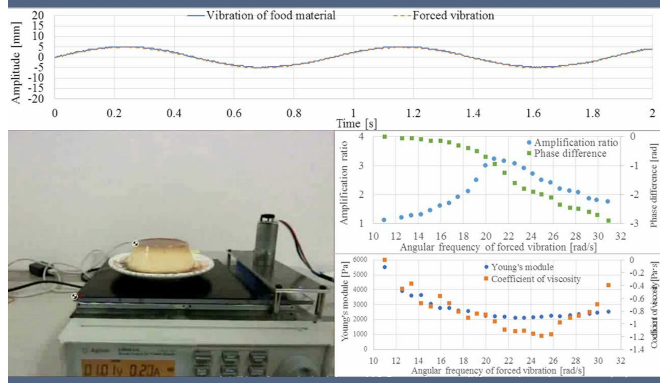


粘弾性特性の計測



立命館大学ロボティクス研究センター公開シンポジウム 2019/3/19

粘弾性特性の計測



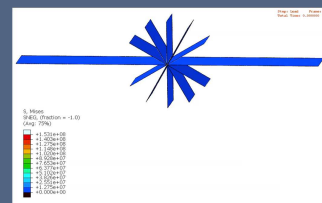
ソフトロボティクスの確立には

材料／製造法

モデリング



Objet350 Connex (Stratasys)



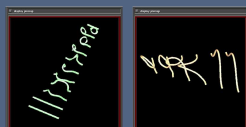
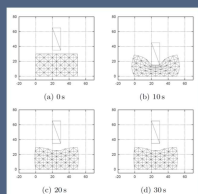
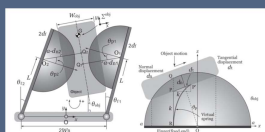
ABAQUS + MATLAB

立命館大学ロボティクス研究センター公開シンポジウム 2019/3/19

ソフトロボティクスの確立には

力学的解析

$$\begin{aligned} \text{フックの法則} \quad \sigma &= E\varepsilon + c\dot{\varepsilon} \\ \text{マクスウェルの法則} \quad \dot{\sigma} + \frac{E}{c}\sigma &= E\dot{\varepsilon} \\ \text{三要素 (直列)} \quad \dot{\sigma} + \frac{E}{c_1 + c_2}\sigma &= \frac{c_1 c_2 \dot{\varepsilon} + E c_2 \varepsilon}{c_1 + c_2} \\ \text{(並列)} \quad \dot{\sigma} + \frac{E}{c_1}\sigma &= c_2 \dot{\varepsilon} + \frac{E(c_1 + c_2)}{c_1} \varepsilon \end{aligned}$$



立命館大学ロボティクス研究センター公開シンポジウム 2019/3/19

内容

- ・ソフトロボティクスの現状
- ・食品ハンドリングへの展開

詳細は <http://www.ritsumei.ac.jp/~hirai/>

立命館大学ロボティクス研究センター公開シンポジウム 2019/3/19