

# 脆弱かつ滑りやすい対象物の高速 搬送を実現するロボットグリッパ

立命館大学 理工学部 ロボティクス学科  
准教授 王 忠奎

2025年10月9日

# 食産業自動化の課題

## ① ハンドリング (handling)

食品の種類が多い

ばらつきが大きい

特性が複雑

柔軟や脆弱

滑りやすい

## ② 認識 (Recognition)



## ③ 運用 (Application)

食品適合性

高速性

洗浄性

異物混入

耐久性

使いやすさ

## ④ コスト (Cost)

ハード

ロボットアーム  
ロボットハンド  
コンベヤーなど

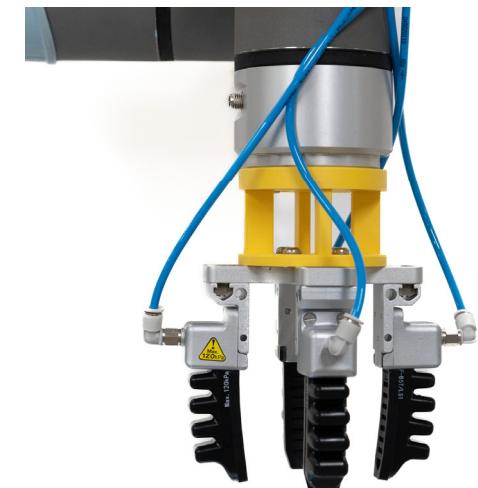
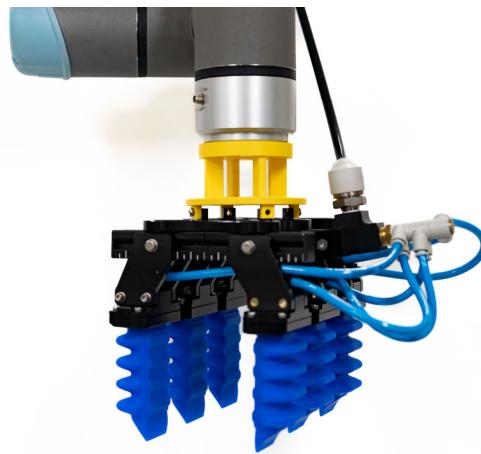
ソフト

認識  
機械学習  
コンベア追従

SI

システム  
インテグレーション  
(System  
Integration)

# 市販のソフトロボットハンド



## 従来技術とその問題点

- ・市販のソフトハンドが多数あるが、汎用性を求めすぎ、食品が特有な特性にうまく対応できない；
- ・滑りやすくて脆弱な食品のハンドリングが難しい；
- ・高速ハンドリングが難しい；
- ・市販のソフトハンドの製作は型成形で行われ、コストが高い。

## 新技術の特徴・従来技術との比較

- 把持成功率を確保するために、食品特有な特性に合わせた設計；
- 滑りやすくて脆弱な食品の高速ハンドリングを可能にした；
- 液体シリコーン3Dプリンタで造形可能にし、コストダウンができ、食品ごとにカスタマイズすることができる。

## 新技術の特徴・従来技術との比較

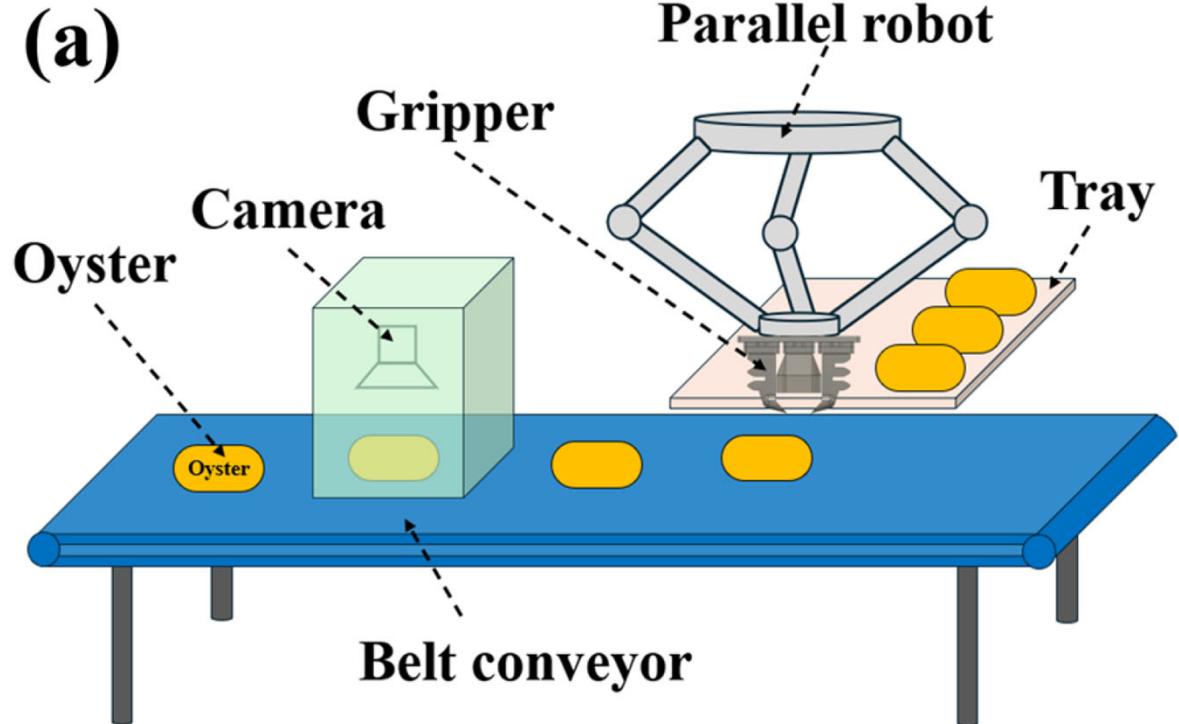
- 把持成功率を確保するために、食品特有な特性に合わせた設計；
- 滑りやすくて脆弱な食品の高速ハンドリングを可能にした；
- 液体シリコーン3Dプリンタで造形可能にし、コストダウンができ、食品ごとにカスタマイズすることができる。

# ユースケースの紹介



現場の人手によるトレイ入れ作業

目標タクト：67～75個/分



カキフライの高速トレイ入れ作業  
自動化システム

# 対象物と実験用システム

カキフライ 16g MIXパン粉  
サンプルデータ

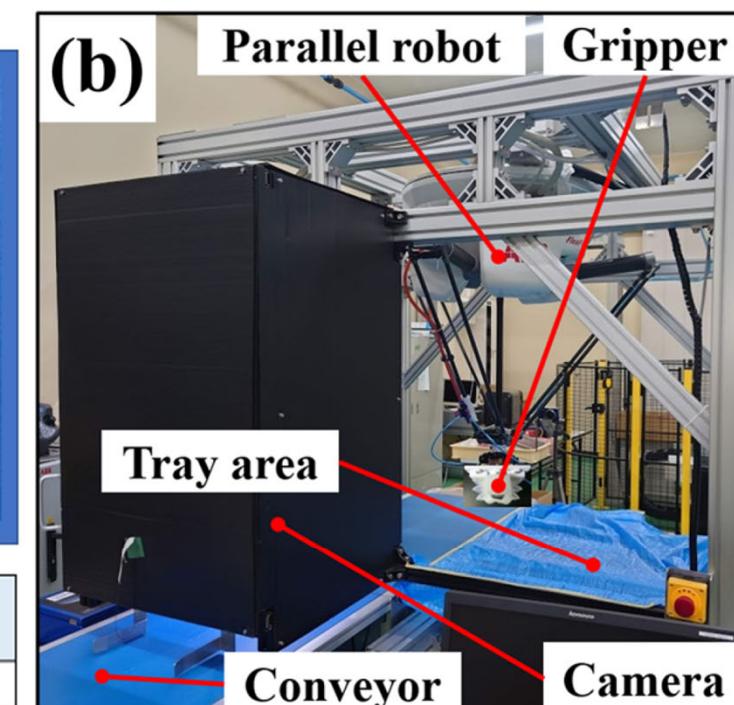


カキフライ 40g 白いパン粉  
サンプルデータ



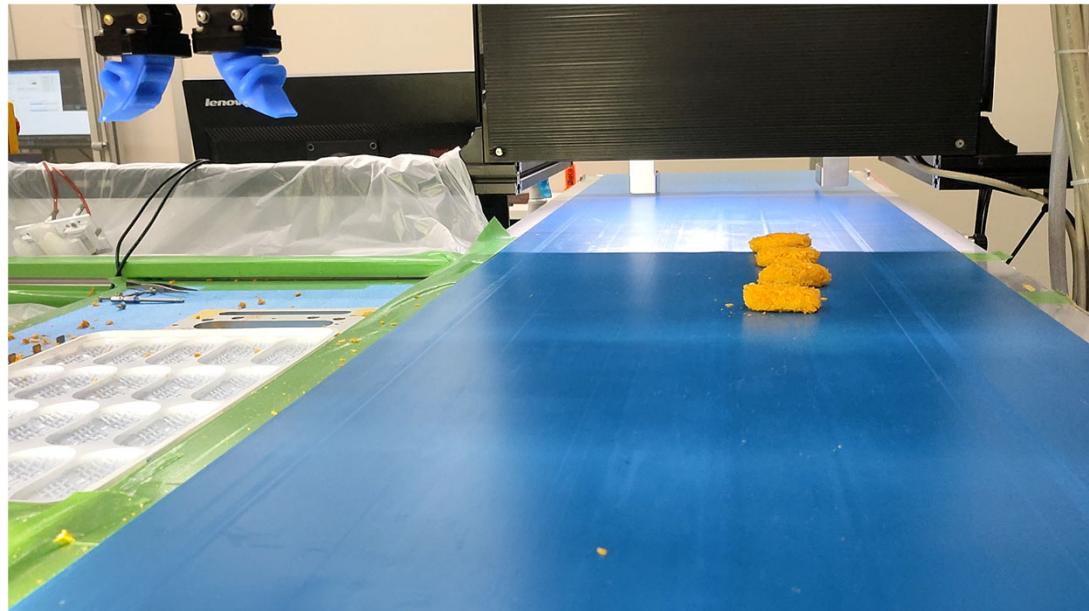
	幅 (mm)	長さ (mm)	高さ (mm)	重量 (g)
平均	32.1	63.6	27.9	16.7
最小	30	59	23	16
最大	34	66	33	18
ばらつき	4	7	10	2

	幅 (mm)	長さ (mm)	高さ (mm)	重量 (g)
平均	43	81.45	33.35	41.45
最小	40	77	31	39
最大	46	84	37	45
ばらつき	6	7	6	6

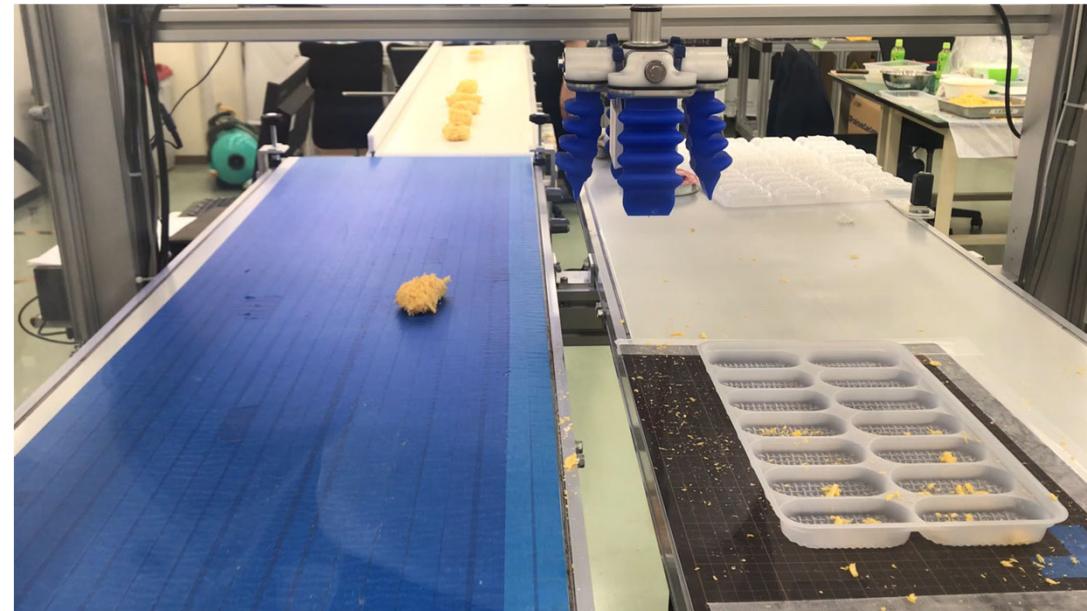


実験用ロボットシステム

# 市販ハンドの失敗例

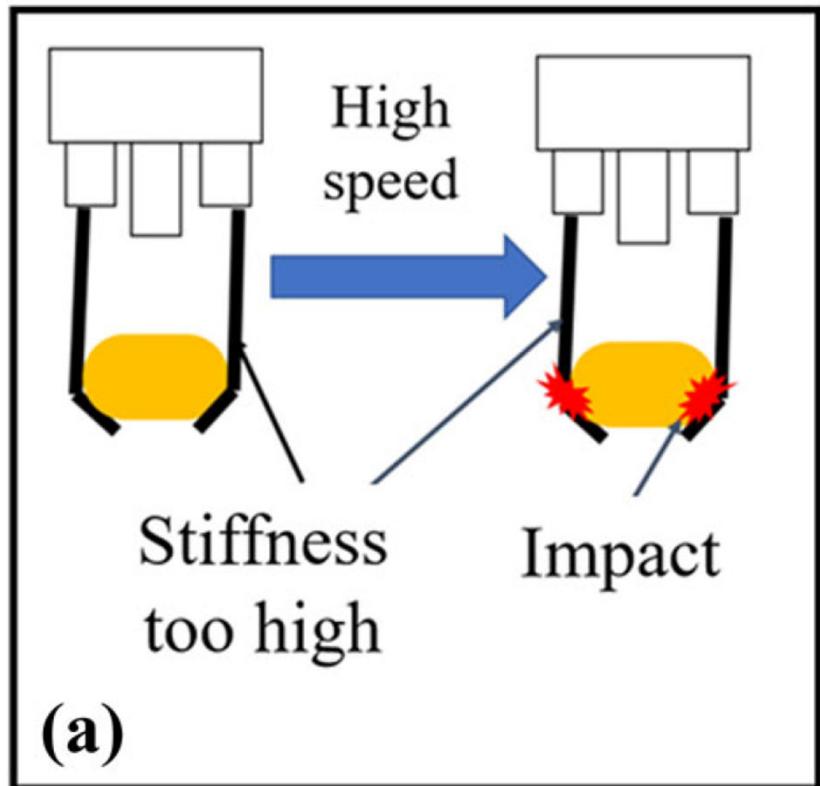


カキフライ（小）：16 g  
タクト：70個/分  
2指グリッパ



カキフライ（大）：40 g,  
タクト：60個/分  
4指グリッパ

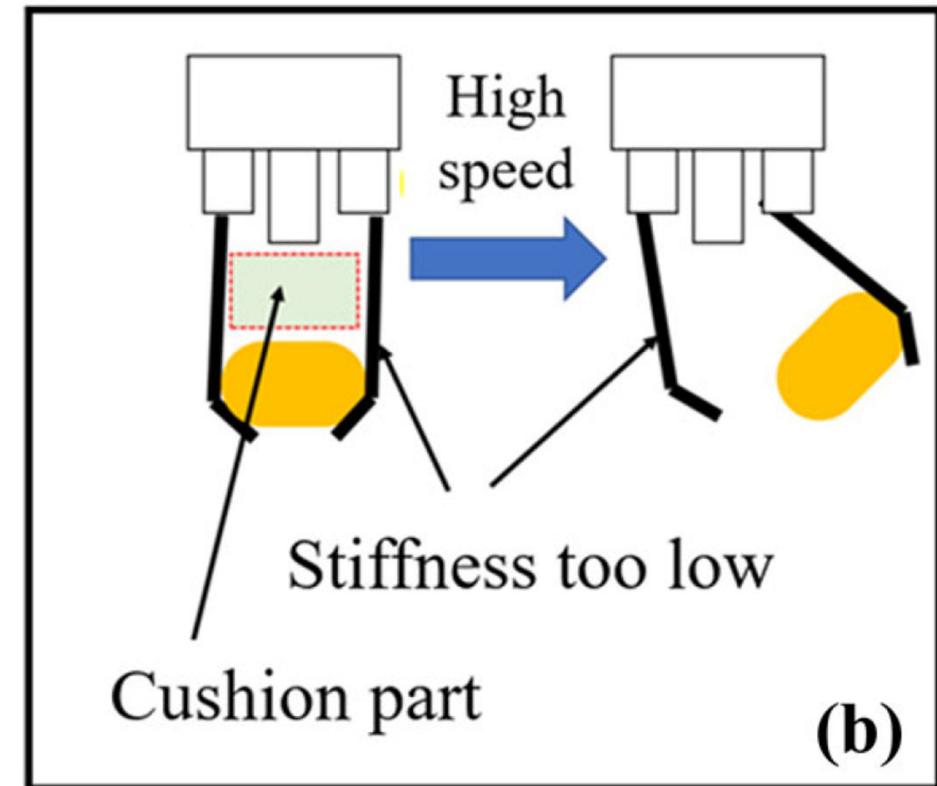
## 課題解析



剛性の  
バランスが  
必要

(a)

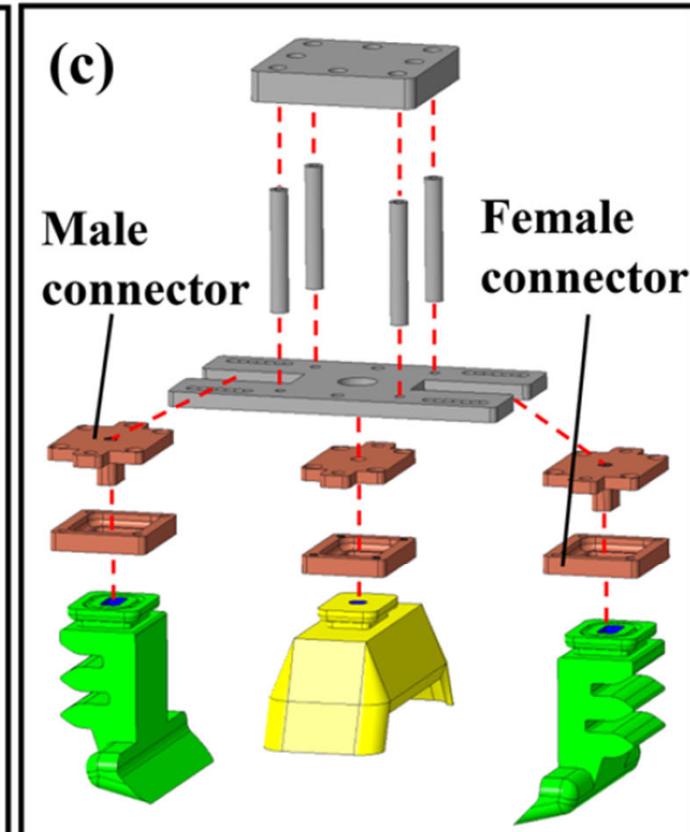
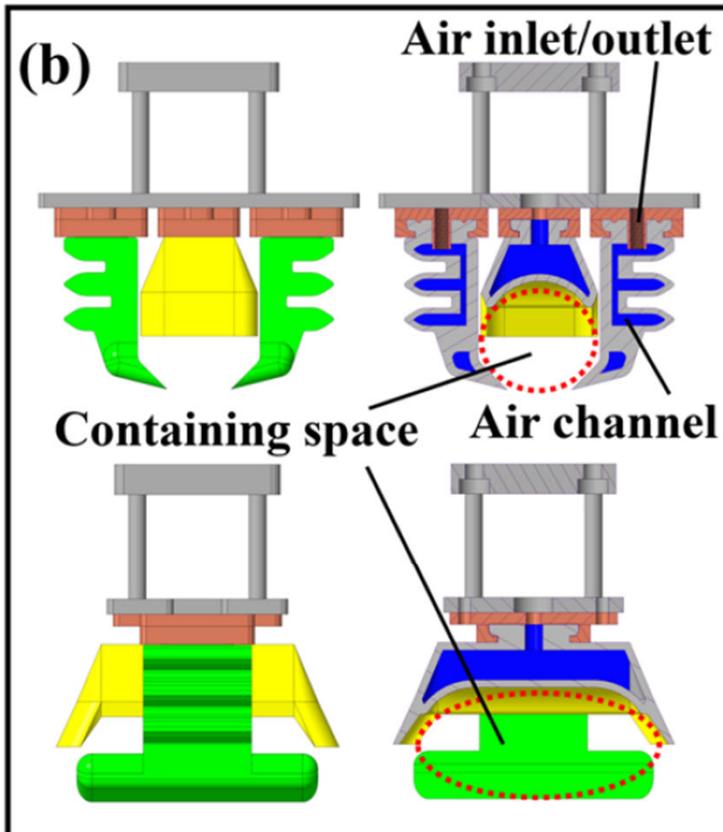
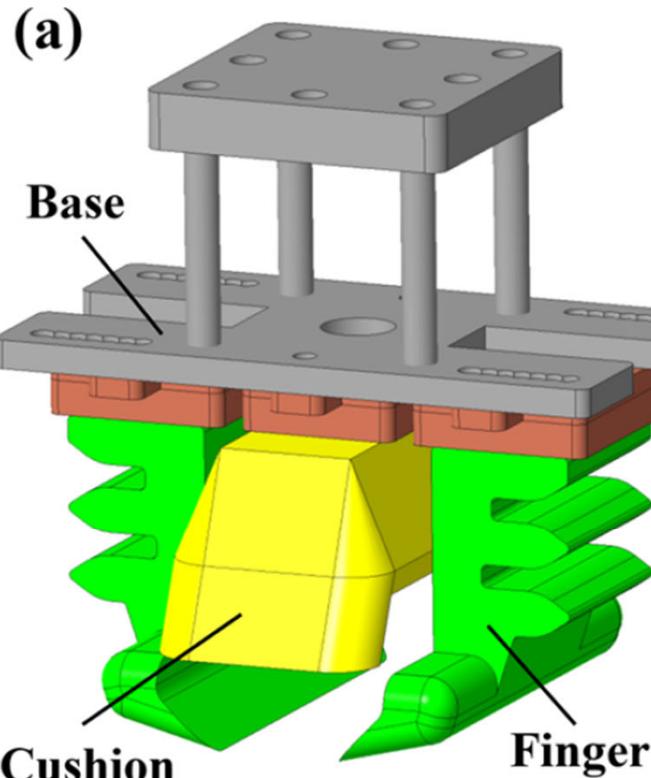
剛性が高い場合、慣性力で  
対象物が崩れる



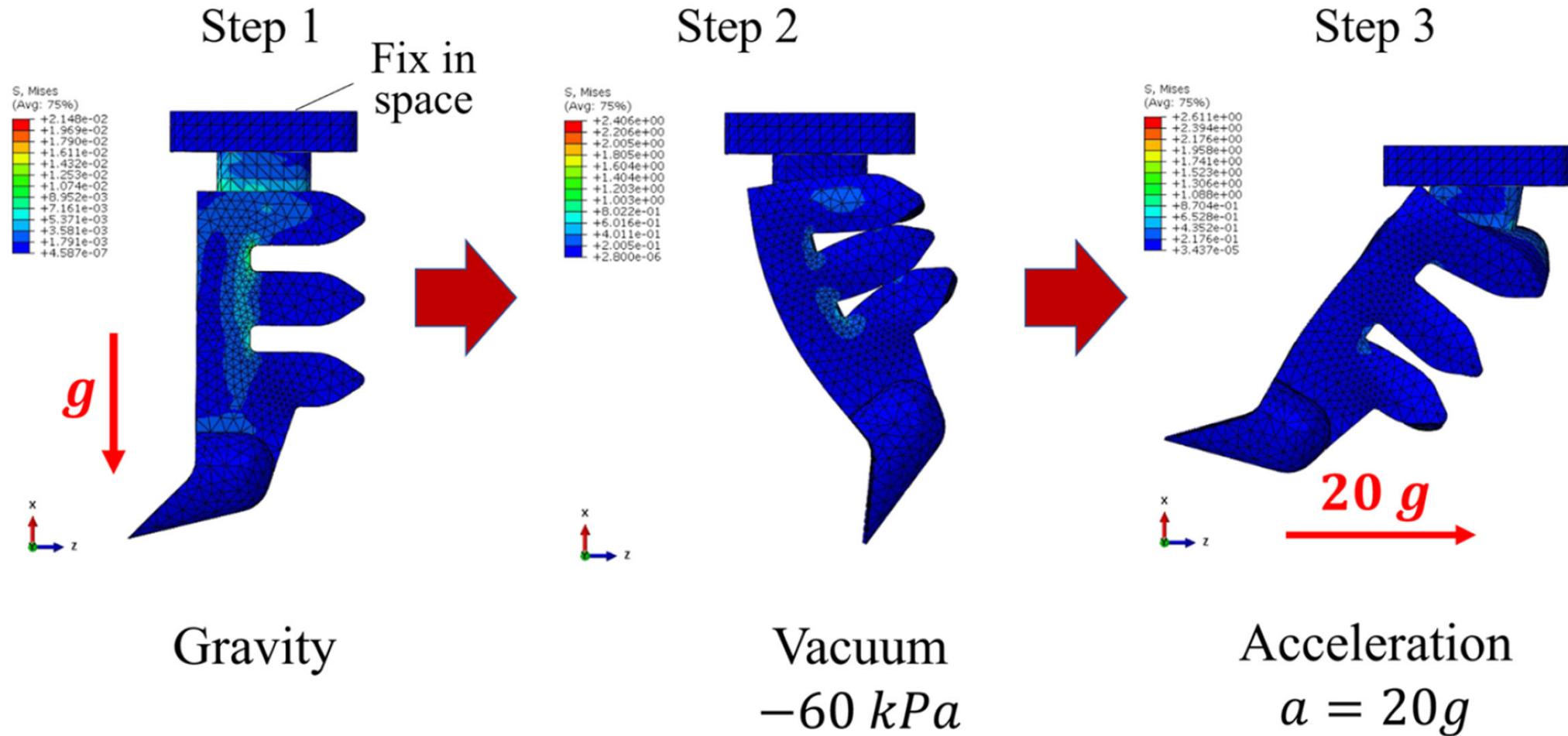
(b)

剛性が低い場合、揺れが発  
生し、把持が失敗する

# ソフトグリッパの設計

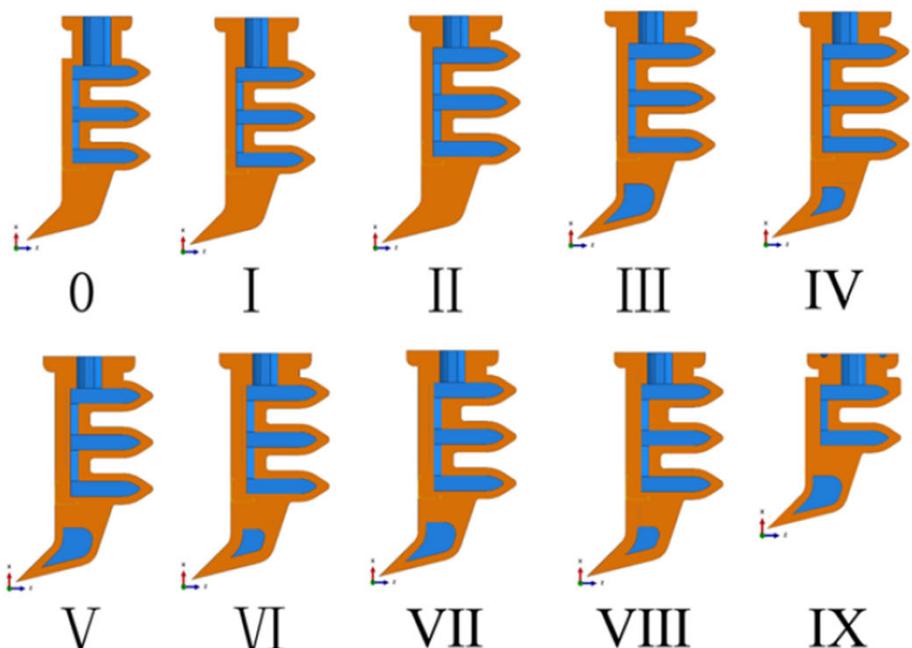


# 有限要素解析による剛性設計



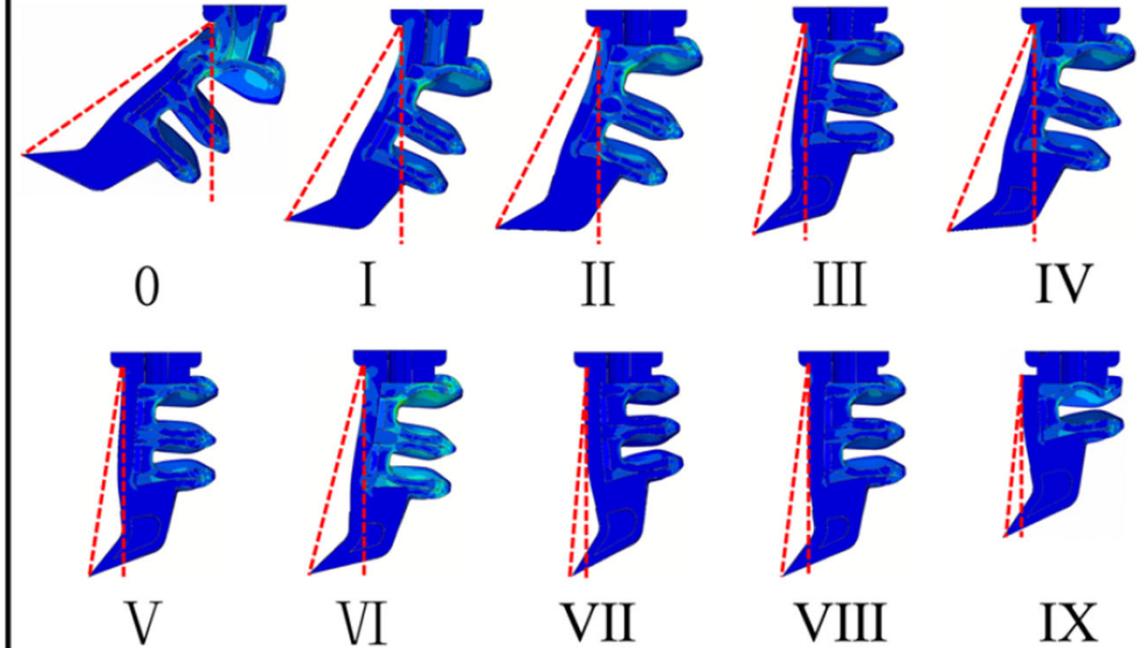
# 異なる設計の剛性解析と比較

(a) Finger Designs



異なる設計の断面図

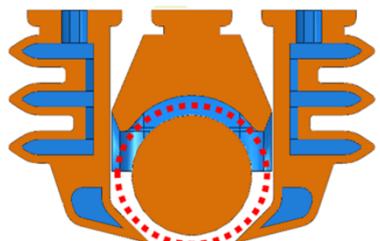
(b) Simulation Results



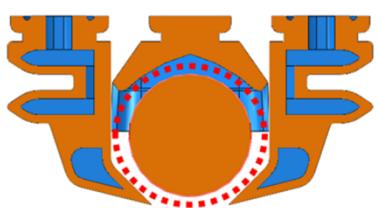
加速度における揺れの解析結果

# 高速ハンドリングのシミュレーション

(a) Gripper Models

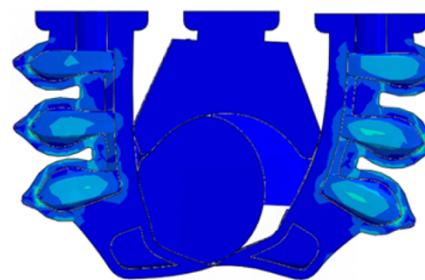
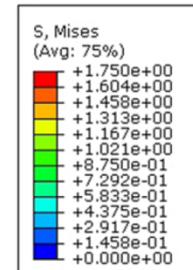


Gripper 1  
(Finger design VII)

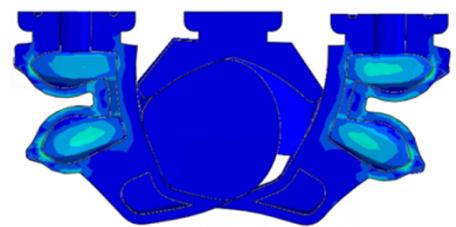


Gripper 2  
(Finger design IX)

(b) Grasping Simulation Results



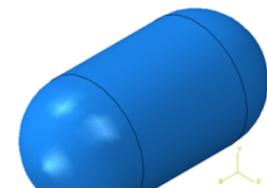
Gripper 1



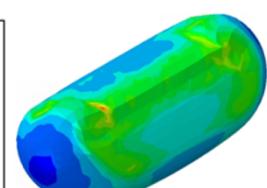
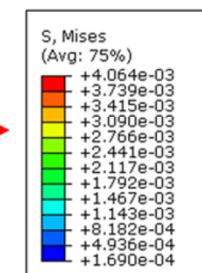
Gripper 2

- 適切な剛性を有するグリッパが対象物へのダメージが少ない
- グリッパの構造設計を工夫することで、適切な剛性を設計できる

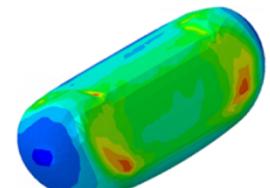
(c) Object Deformation



Undeformed  
object

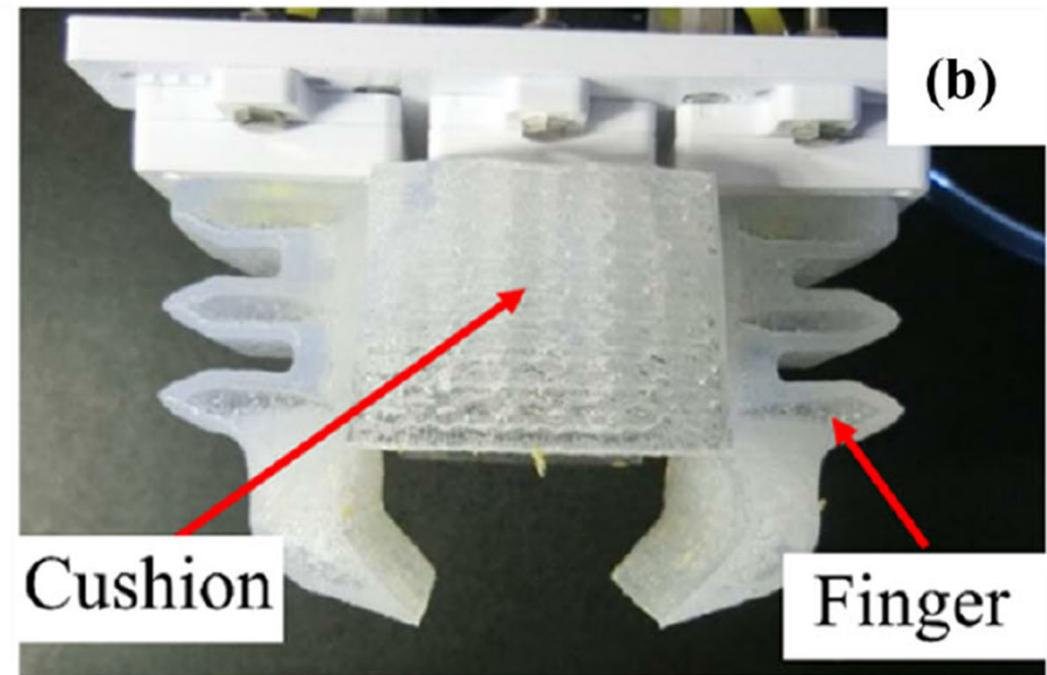
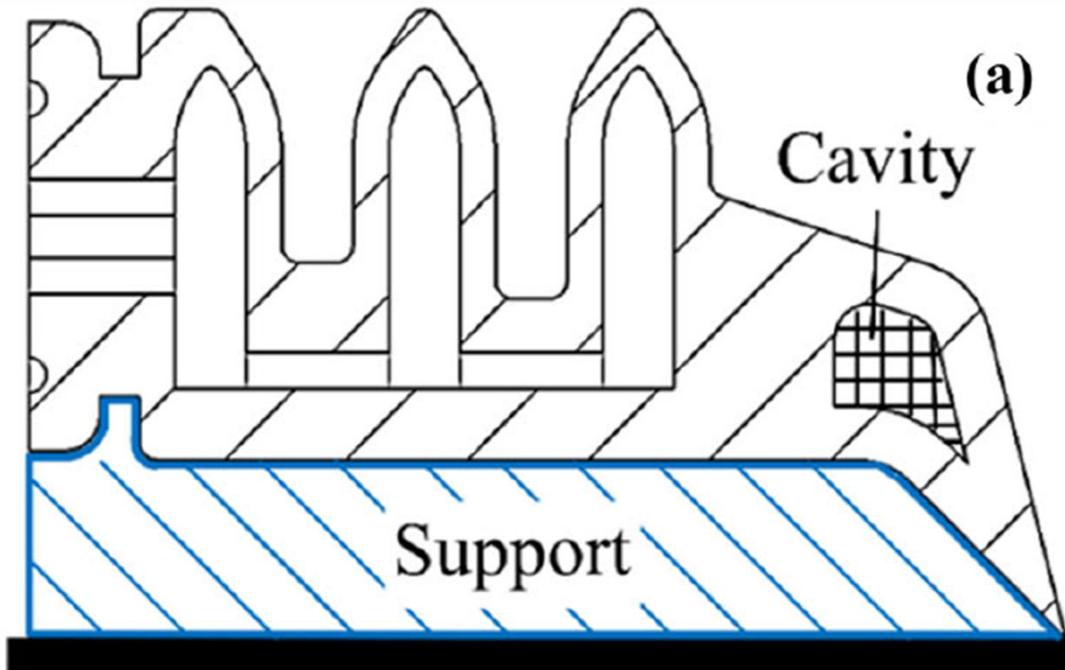


Object in  
Gripper 1



Object in  
Gripper 2

## 3Dプリンタによる製作



液体シリコーン3Dプリンタ：SILICOM（株式会社ホッティポリマー）

液体シリコーン材料：硬度 ショアA40

# 耐久性と食品適合性

日本食品  
分析センター

把持対象物  
カキフライなどの揚げ物  
と刻みネギやコーン

検体(14個)



## 分析試験結果

分析試験項目	結果
器具及び容器包装規格試験[ゴム(ほ乳器具を除く)]	---
材質試験	---
カドミウム及び鉛	---
カドミウム	---
鉛	適
溶出試験	適
フェノール	---
ホルムアルデヒト	適
亜鉛	適
重金属	適
蒸発残留物(水)	適(5 µg/mL以下)

食品、添加物等の規格基  
準の第3のDの3のゴム製  
器具又は容器包装。

使用温度:100度以上  
100度以下

耐久性:300万回超え

食品に適合試験の結果

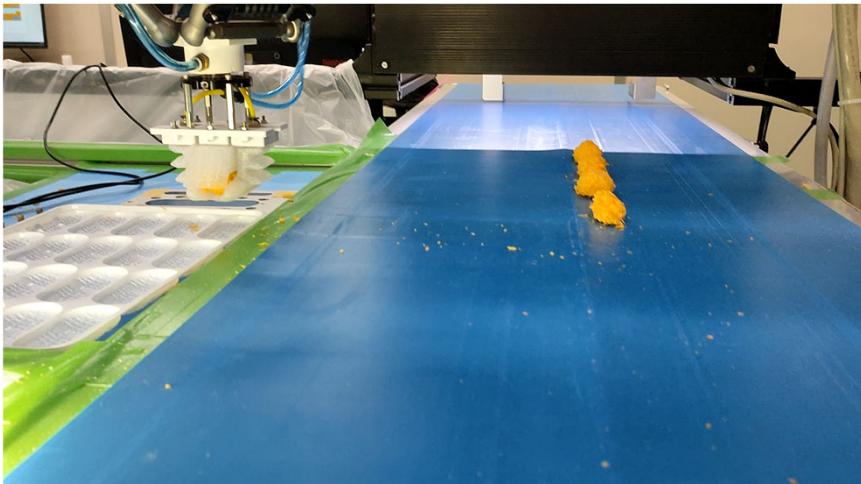
接触  
無し



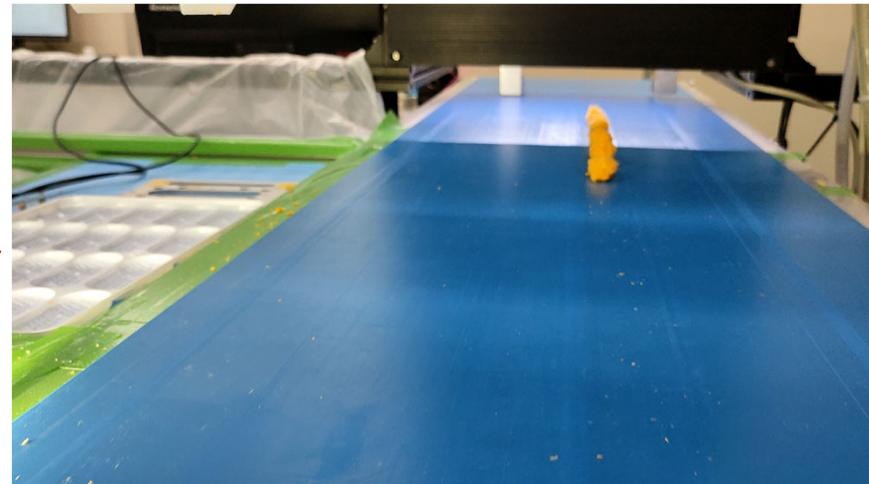
接触  
あり

# カキフライ高速トレイ入れ実験

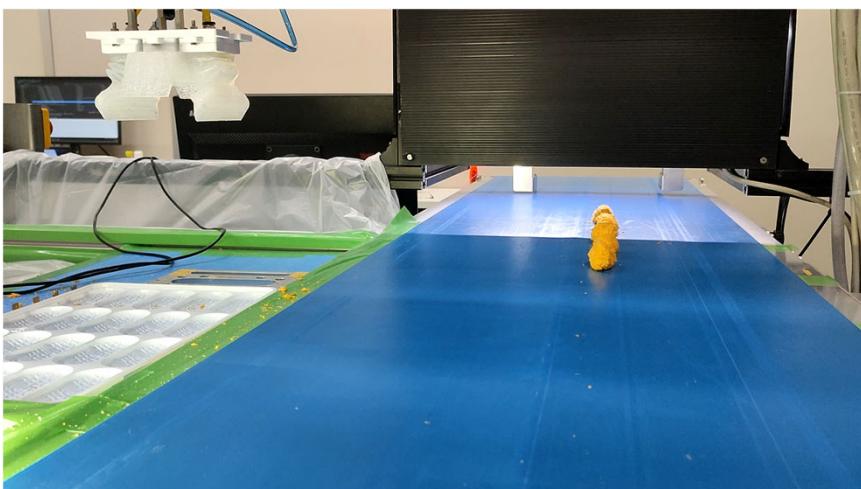
タクト:  
70個/分



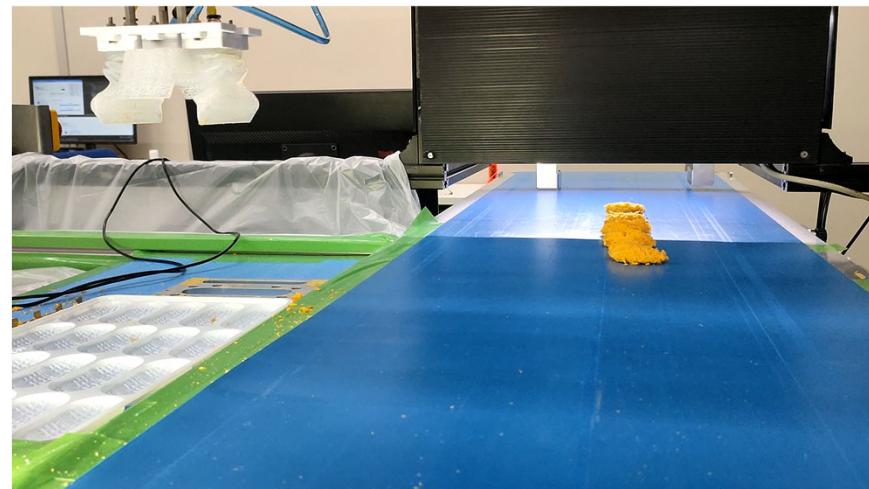
タクト:  
80個/分



タクト:  
90個/分



タクト:  
100個/分



# 生産現場での稼働様子



10名  
15000個  
処理

↓

5名  
10000個  
処理

↓

生産性  
33%向上

[https://www.youtube.com/watch?v=qZ\\_KpXwfHlc](https://www.youtube.com/watch?v=qZ_KpXwfHlc)

## 企業への期待

- ・ 牡蠣以外の食品や農林水産物に展開したいため、他の食材への応用を希望する。
- ・ 食品産業や農林水産業以外の応用可能性に興味があり、相談を希望する。
- ・ 新しいロボットハンドの開発について、企業との共同研究を希望する。

## 企業への貢献、PRポイント

- 脆弱物の高速ハンドリングに貢献できる。
- ロボットによる高速ハンドリングの有限要素解析が可能であり、ハンドの設計や対象物への応力解析に役に立つ。
- 現場導入にあたってのシステムインテグレーションへの協力が可能。

## 本技術に関する知的財産権

- 発明の名称 : グリッパ
- 出願番号 : 特願2023-023995
- 出願人 : 学校法人立命館
- 発明者 : 川村 貞夫、王 忠奎

## 产学連携の経歴

- 2024年-2025年 クニヒロ株式会社と共同研究実施
- 2025年- 農水省 スマート農業事業に採択
- 2025年- 「ポスト5G情報通信システム基盤強化研究開発事業／ポスト5G情報通信システムの開発（助成）」に採択

# お問い合わせ先

立命館大学  
研究部 BKCリサーチオフィス

T E L 077-561-2802  
e-mail [liaisonb@st.ritsumei.ac.jp](mailto:liaisonb@st.ritsumei.ac.jp)