

空気流量制御で吸着・ブロー イング切替可能で荷重測定も 可能なフレキシブルデバイス

金沢大学 理工研究域 フロンティア工学系
教授 渡辺哲陽

2024年7月30日

柔らかい，薄い，ブローイング，吸着
を兼ね備えているデバイスとは？



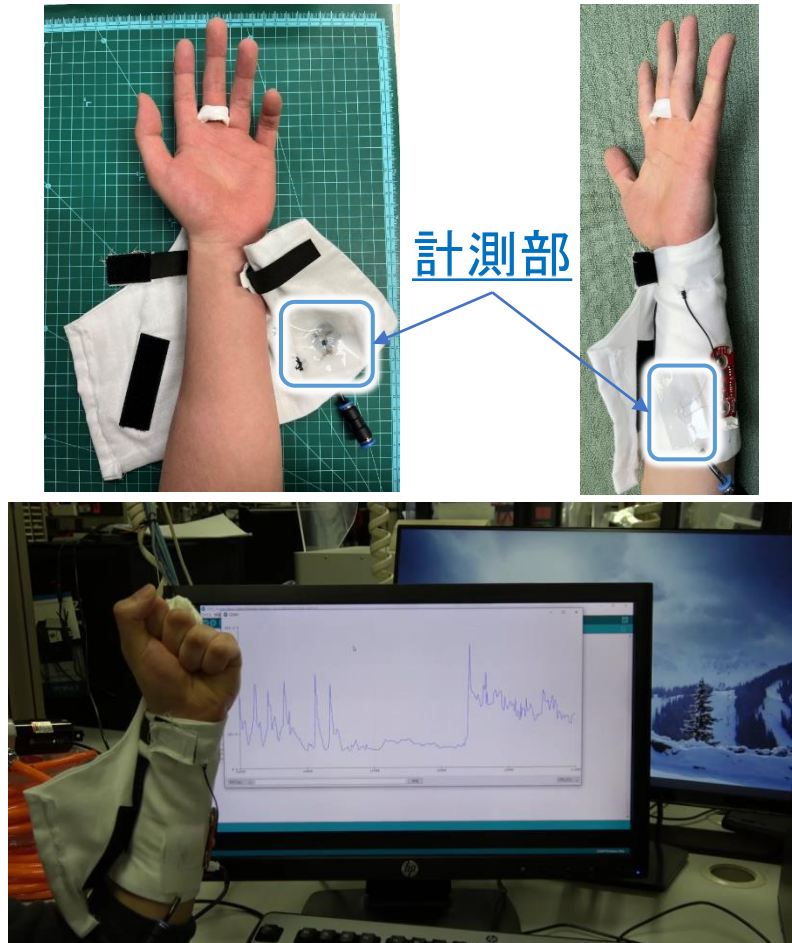
低流量でブロー
イング



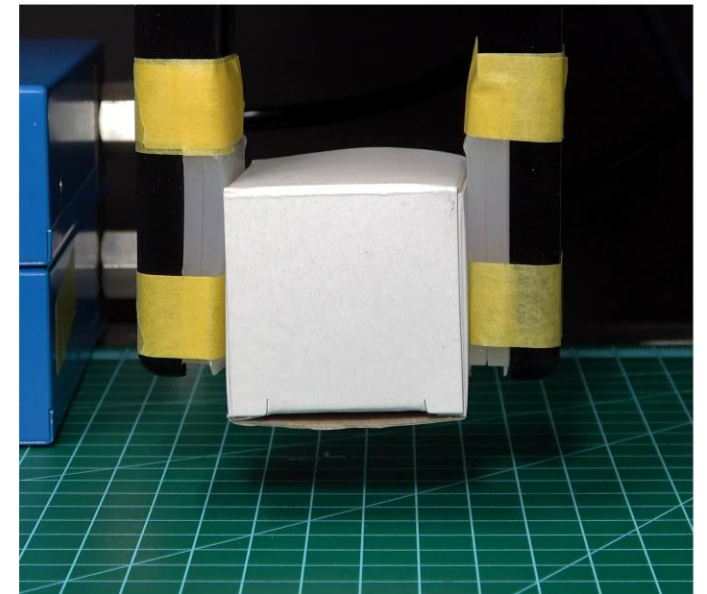
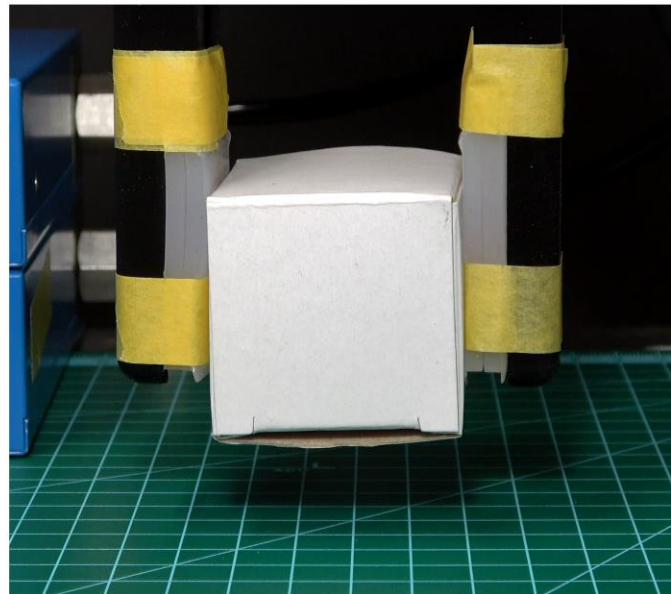
高流量で吸着

何に使えるの？

筋電センサを衣服に取り付け



物体の精密リリース



従来技術との違いは？

空圧駆動のソフトロボット

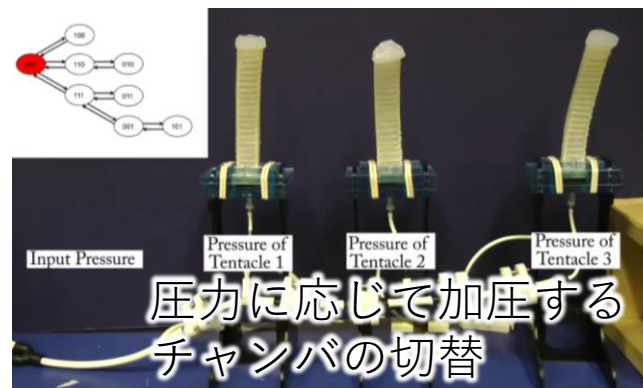
多脚での移動や凹凸物体の把持など

単純な構造で複雑な動作が得意 **GOOD**
複数の駆動システム（電磁弁）が必要 **BAD**
少ないほうが良い

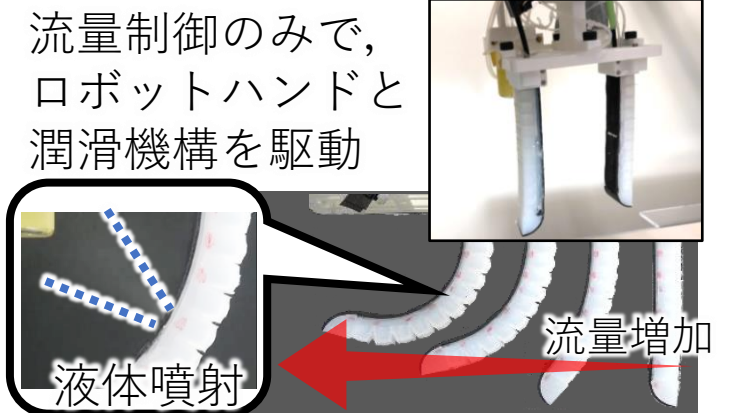
解決方法：1自由度の流量制御で複数の状態を実現



N. Vasios *et al.* Soft Robotics 2020



N. Napp *et al.* ICRA 2014



T. Nishimura *et al.* IEEE RA-L2022

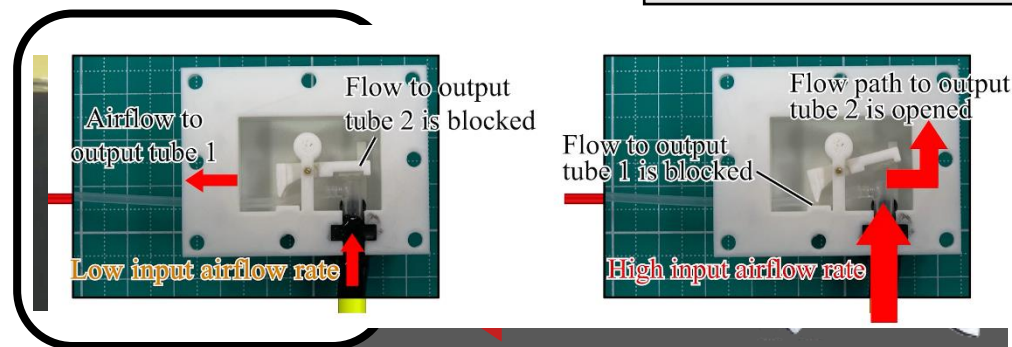
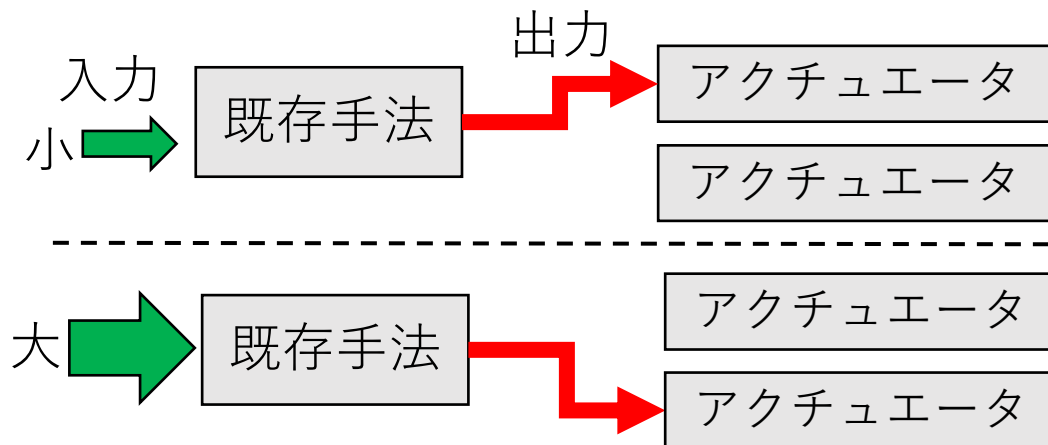
いずれも**1自由度の流量制御で達成**

従来技術との違いは？

しかし、**流れを逆転させる**方法は未解決

- 既存研究での手法

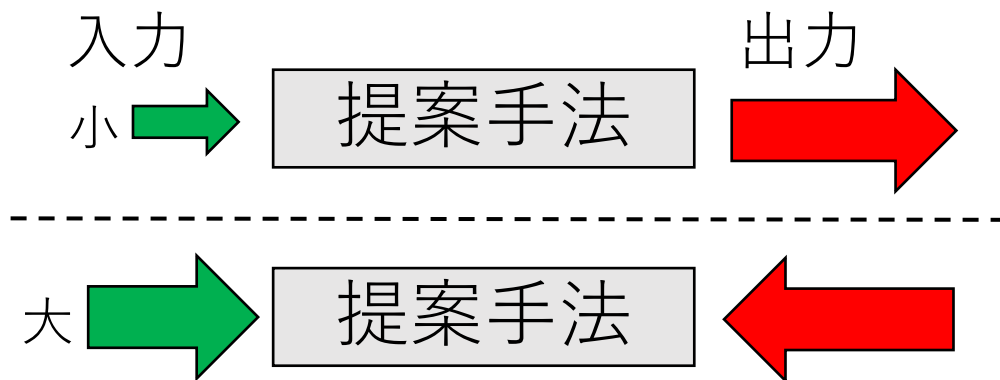
└ 流路の切り替え



T. Nishimura et al. IEEE RA-L2022

- 本研究で提案

└ 流れの向きの切り替え



⇒ **連続的な流れの切り替え**

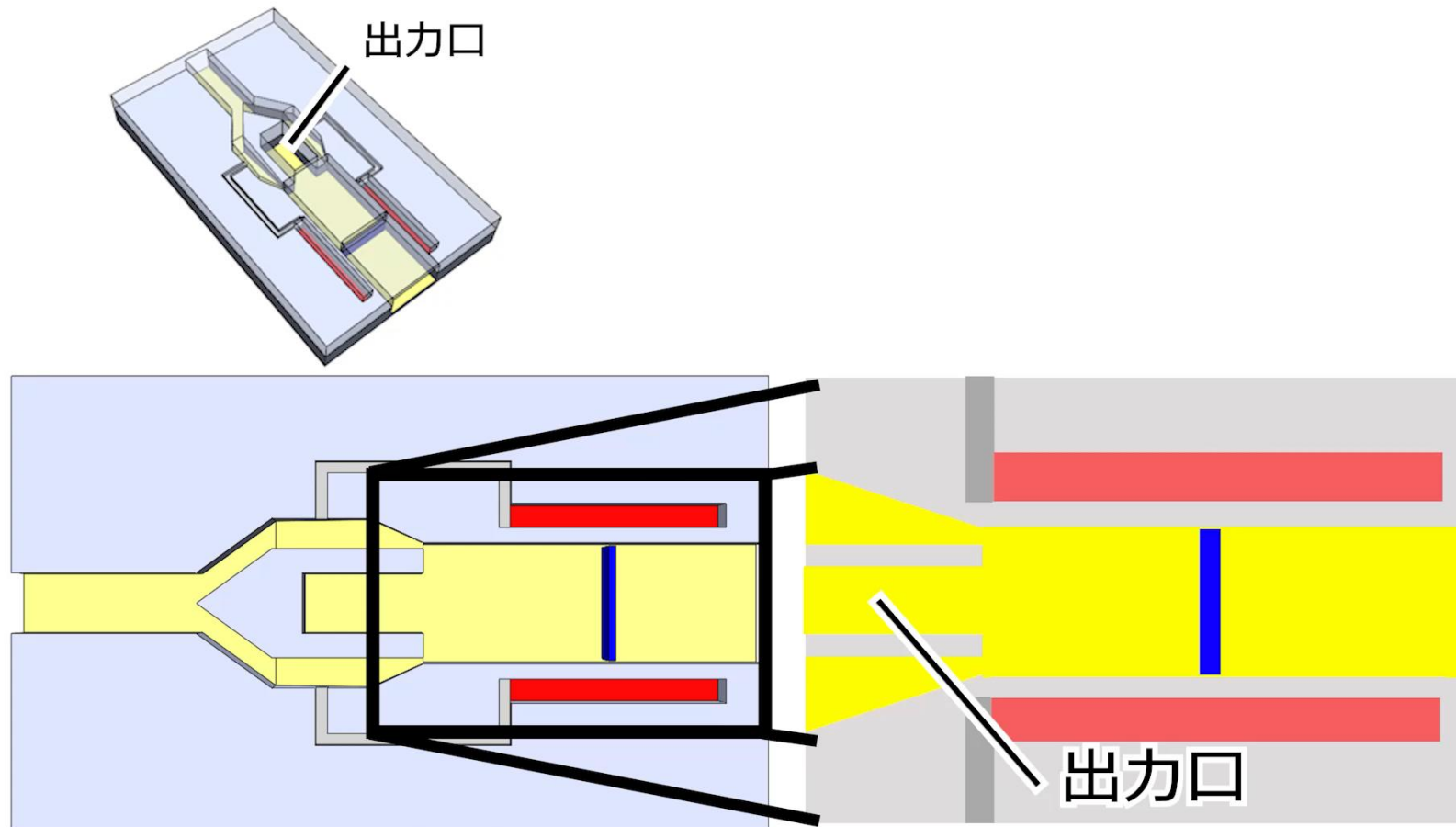
吸着・ブローイングの切り替え

入力流量の大小⇒構造の変形⇒弁を開閉⇒流れの切り替え



吸着・ブローイングの切り替え

入力流量の大小⇒構造の変形⇒弁を開閉⇒流れの切り替え

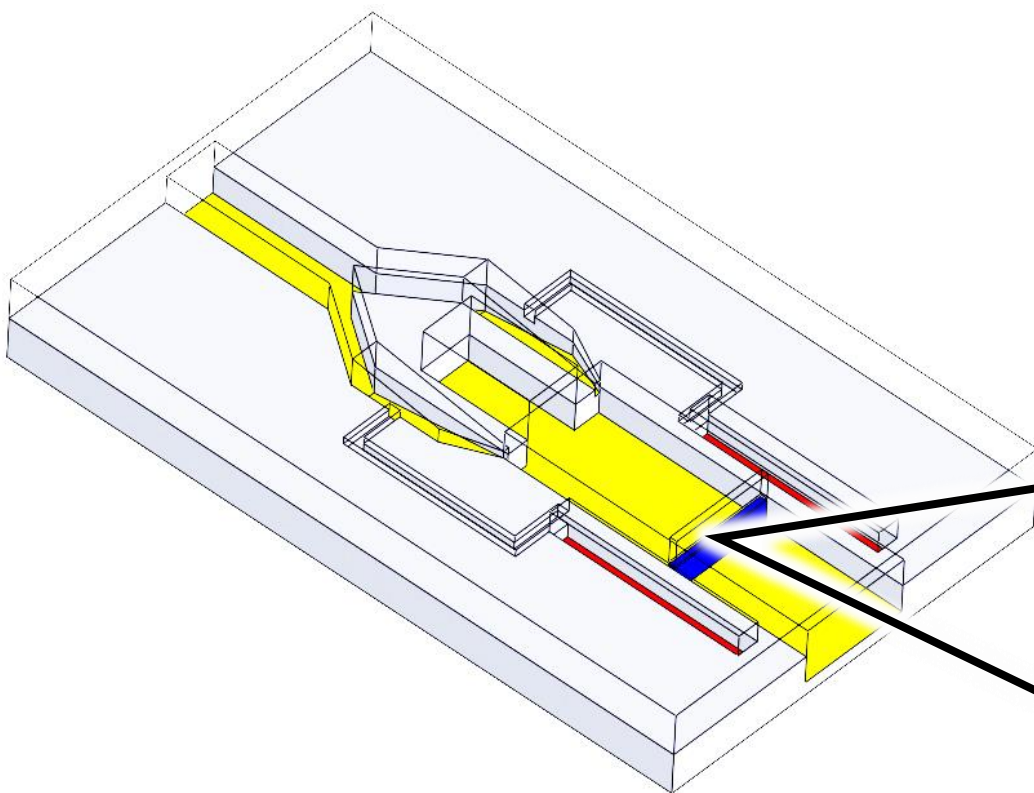


コンテンツ

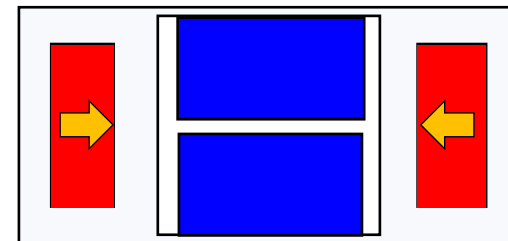
- 吸着・ブローイング切替デバイスの概要とメカニズム
 - **特性評価**
 - 摩擦可変機能
- 荷重計測
 - 概要と仕組み
 - 機械学習を活用した荷重とその位置の推定
- まとめ

特性評価

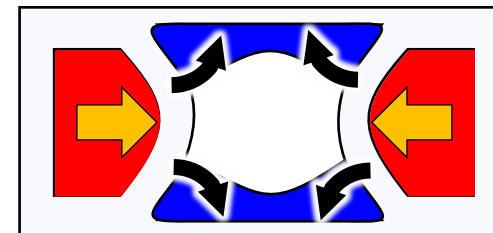
フラップゲートの厚み⇒特性の違い
(代表例)



ブローイングは閉じていることが重要⇒**剛性が関係**

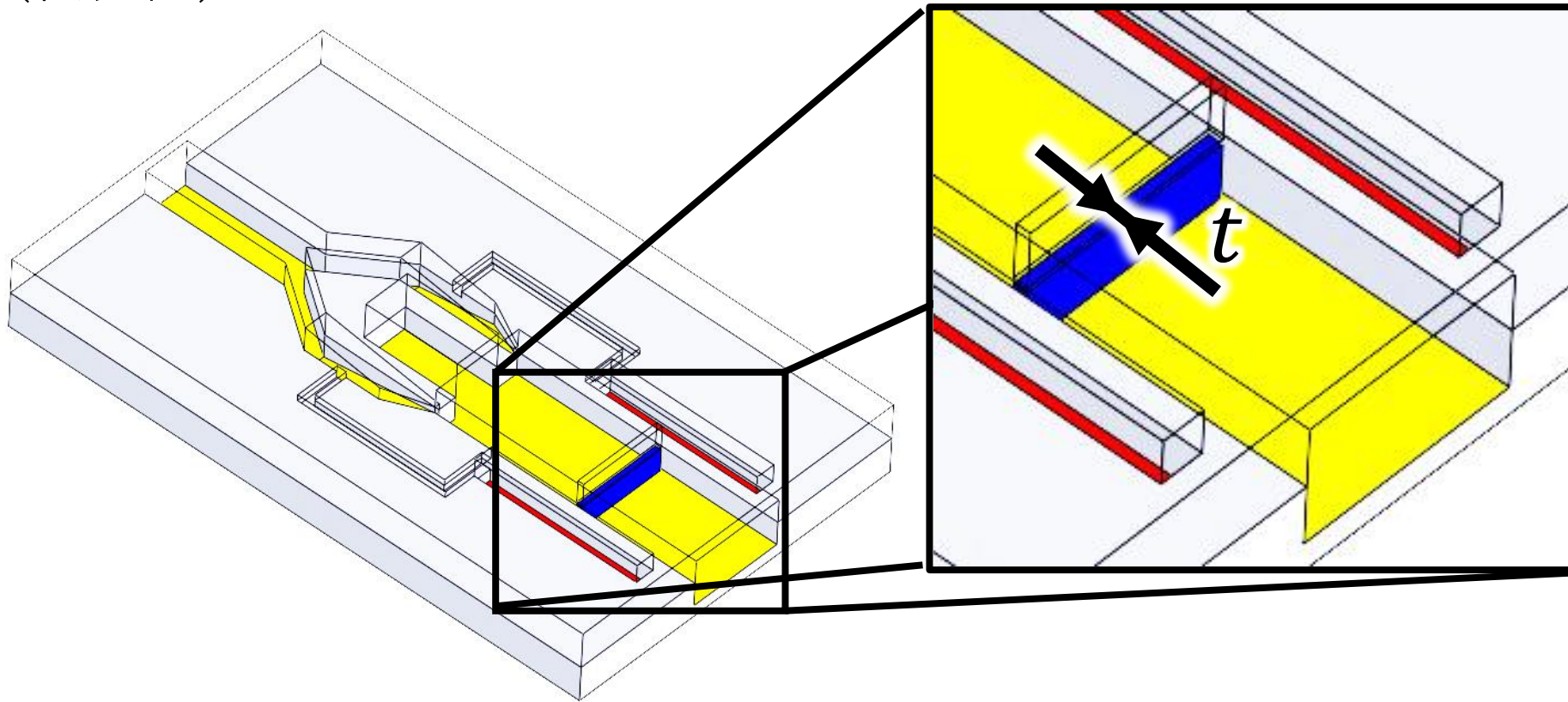


吸着は開くことが重要
⇒**開口面積が関係**



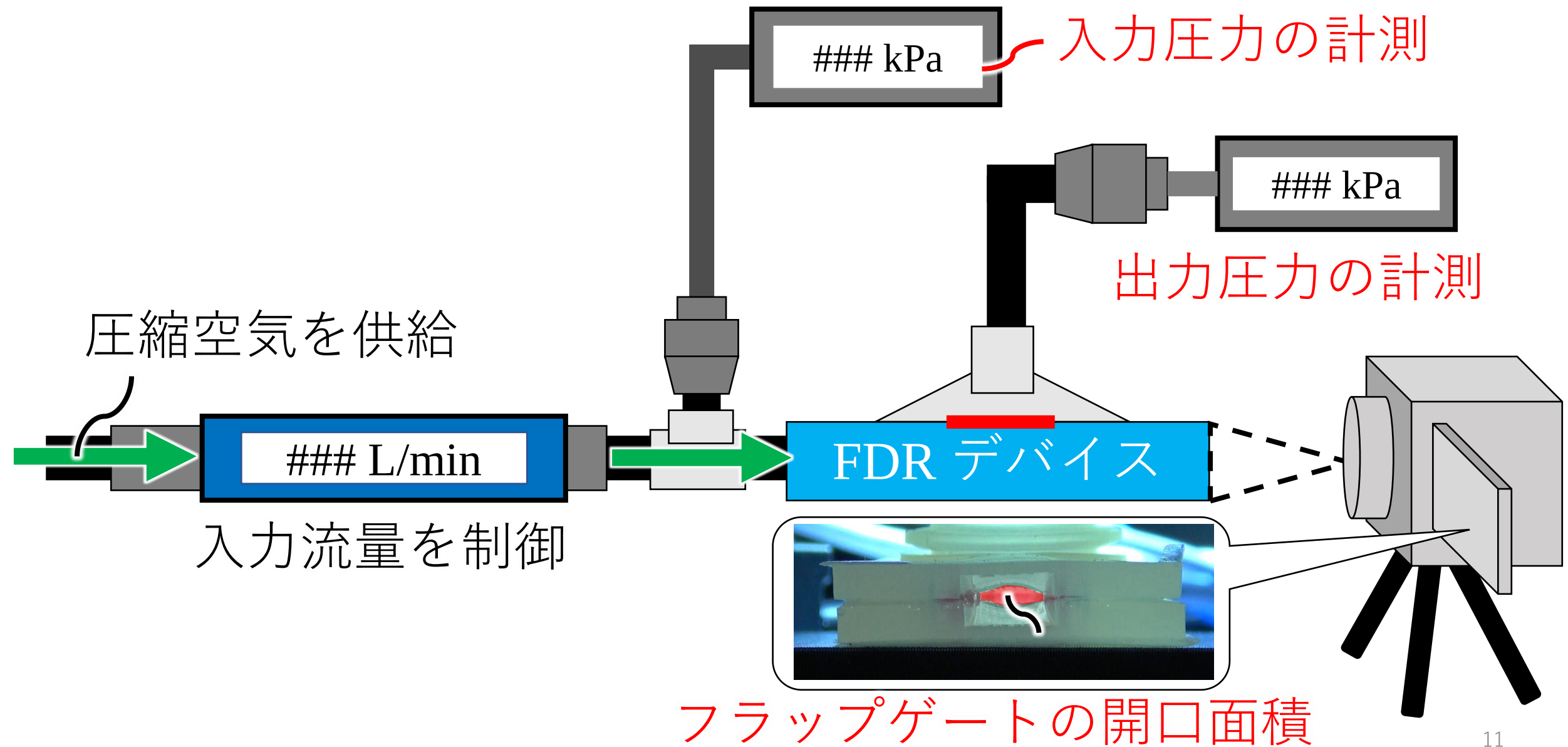
特性評価

フラップゲートの厚み⇒特性の違い
(代表例)

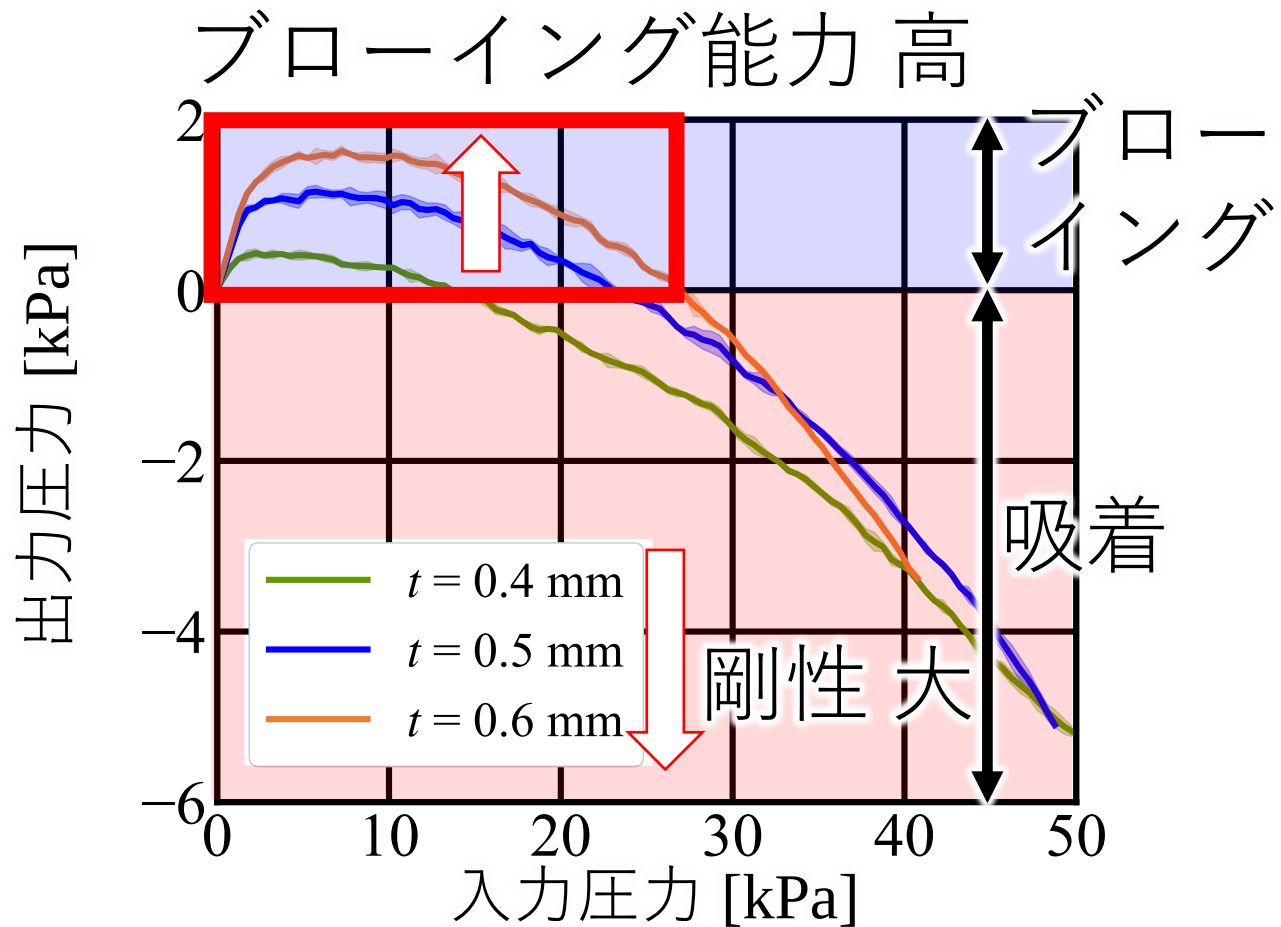


フラップゲートの厚みを変えた場合について調査

特性評価

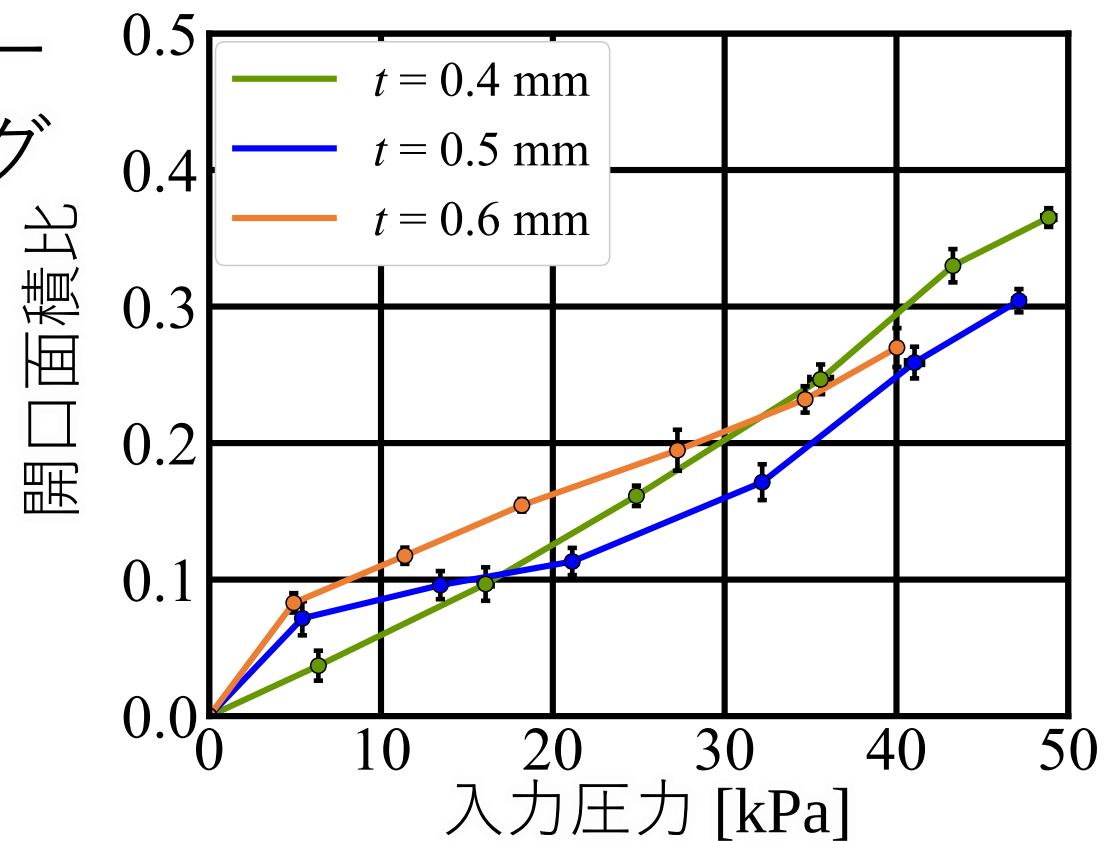
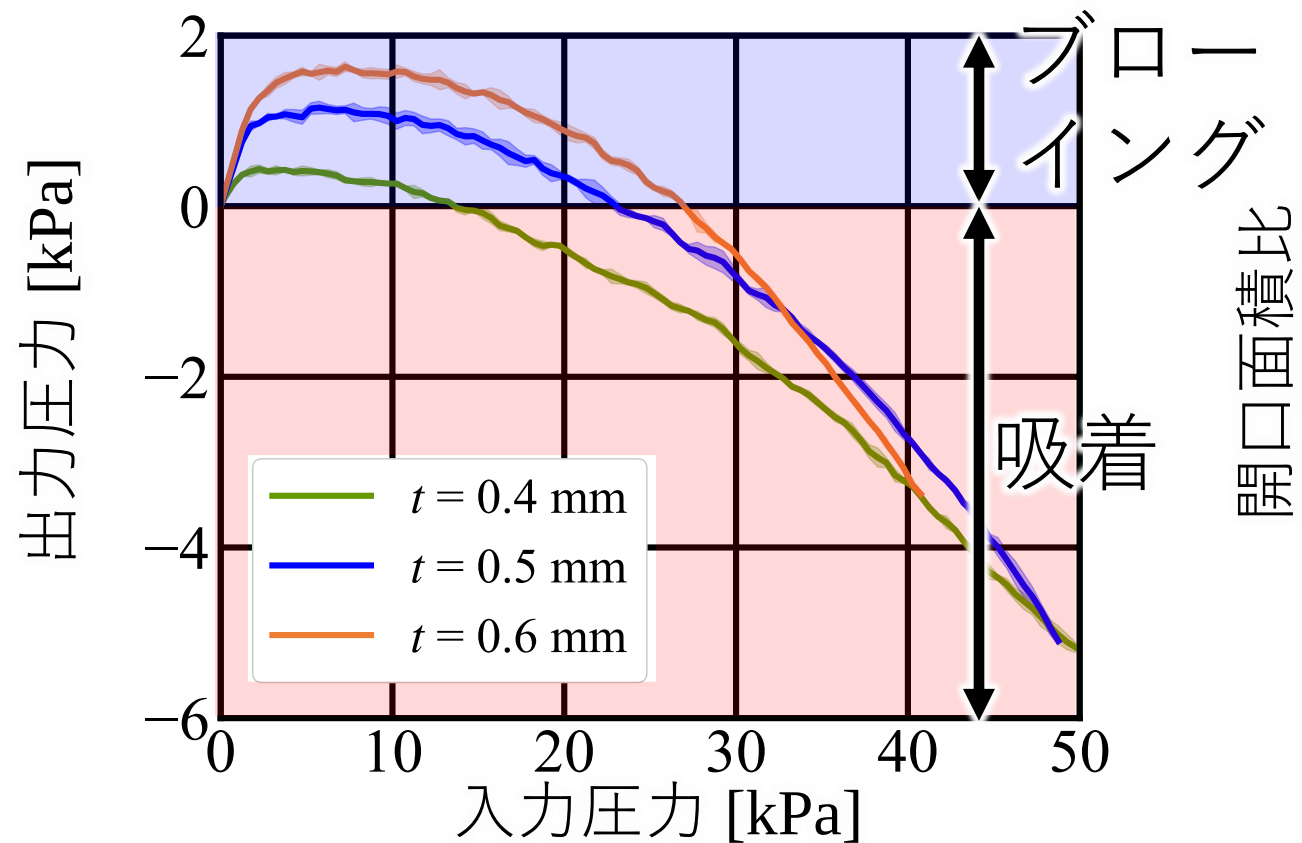


特性評価 フラップゲートの厚みの影響

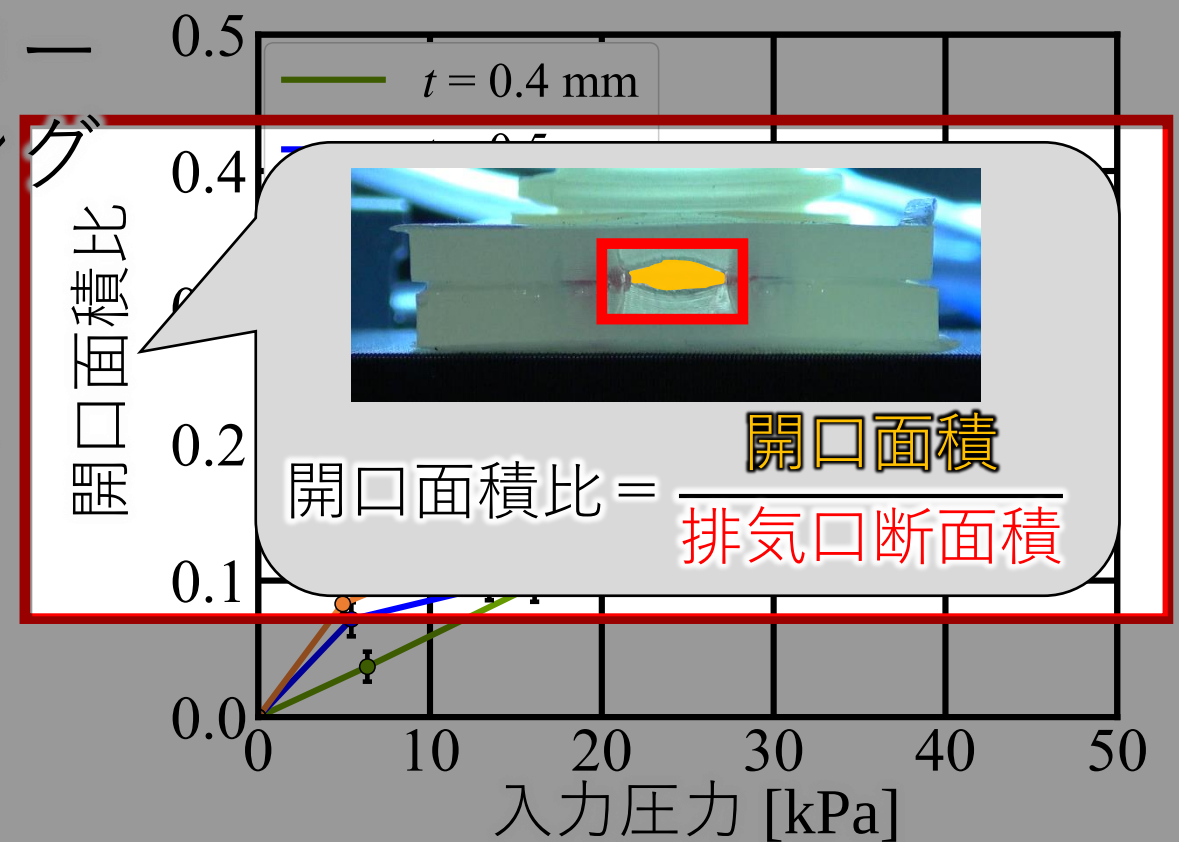
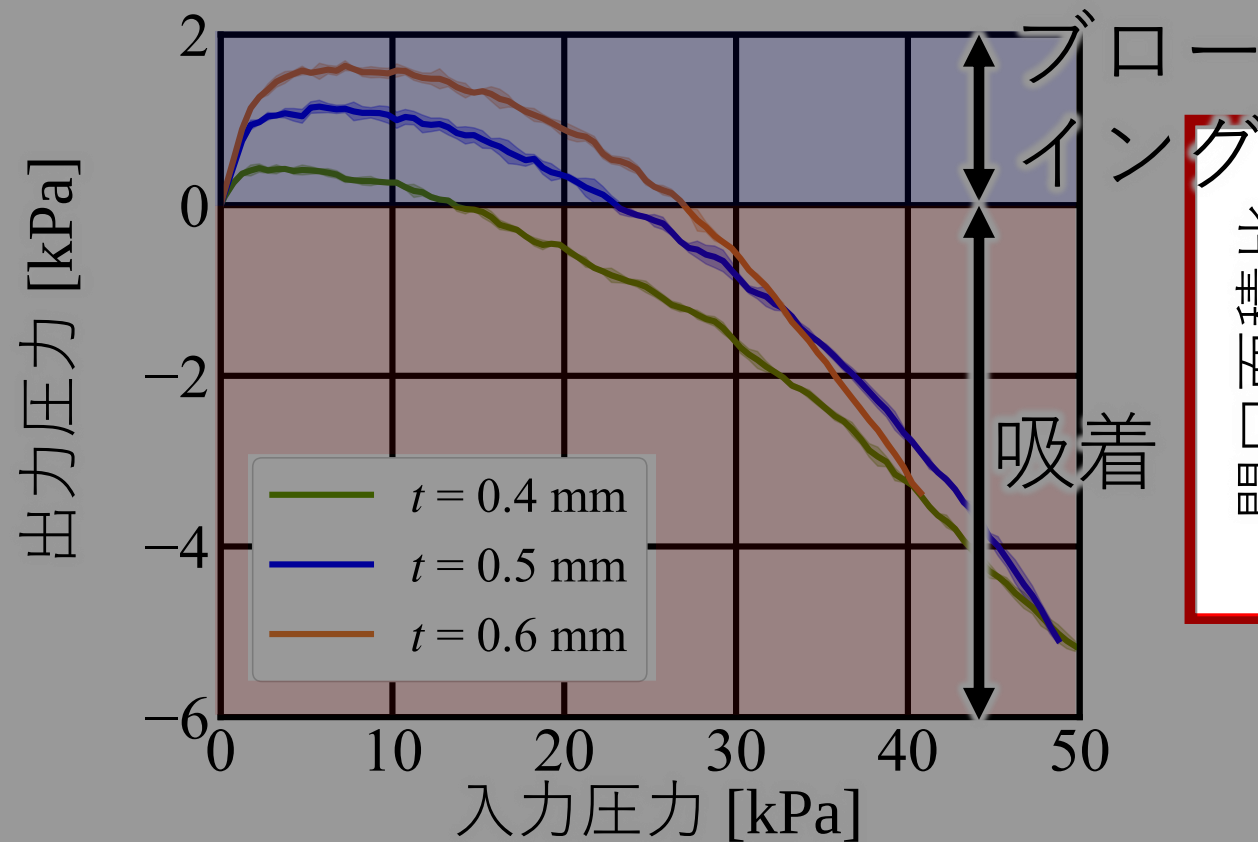


フラップゲートの剛性 大 $\Rightarrow$ 放出能力 高

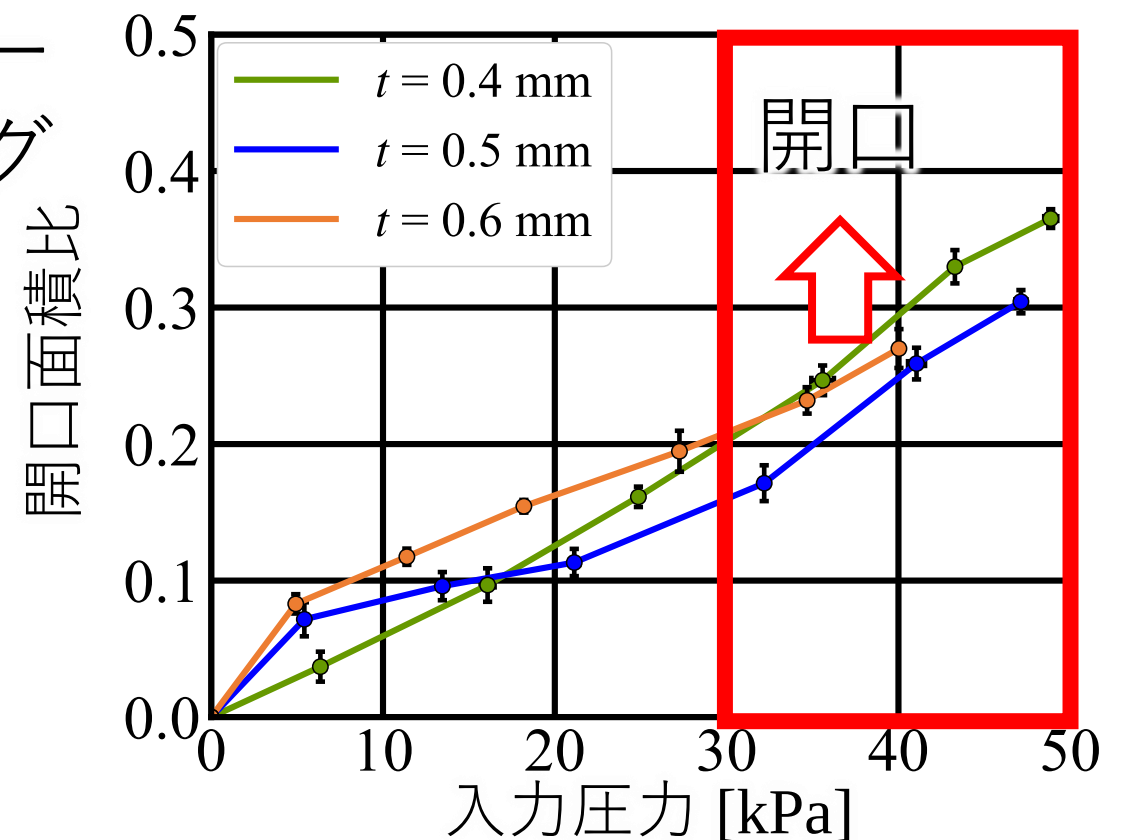
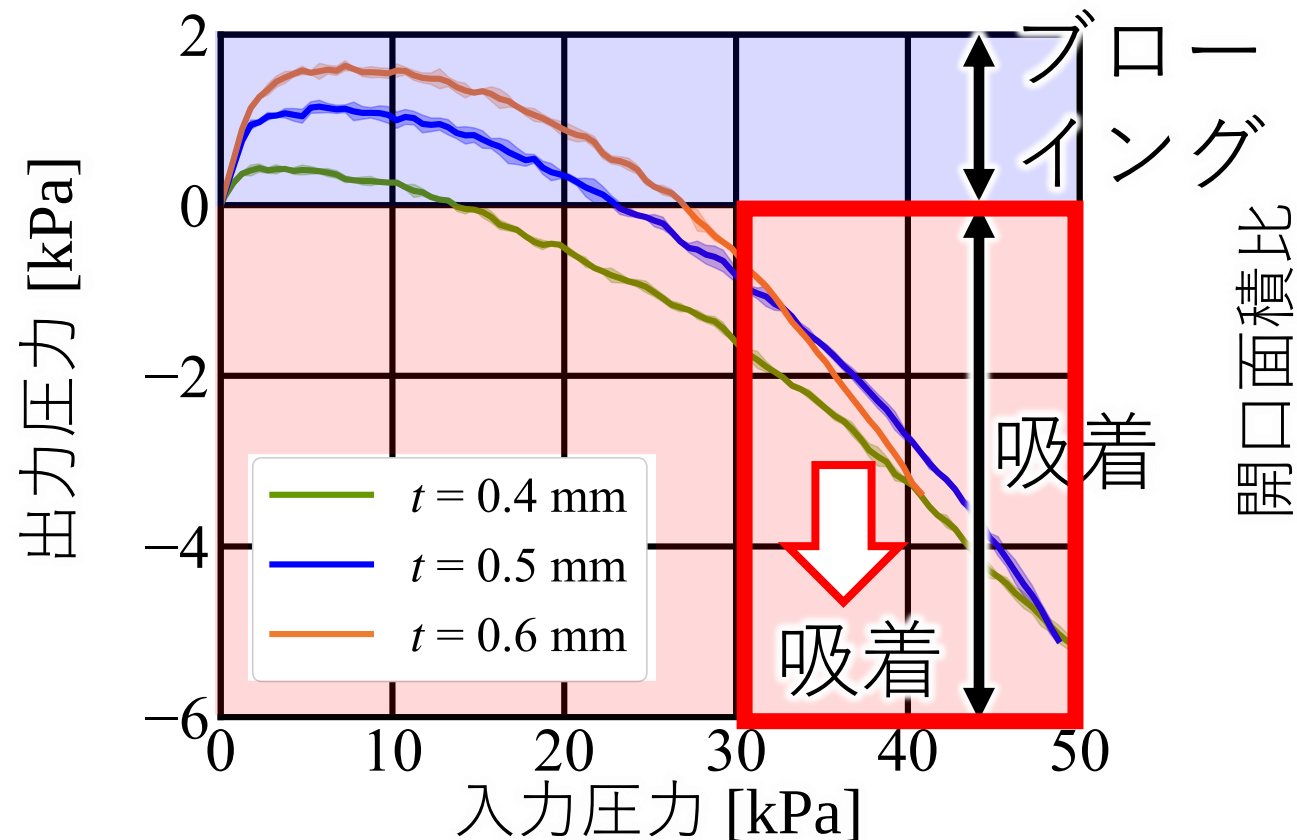
特性評価 フラップゲートの厚みの影響



特性評価 フラップゲートの厚みの影響



特性評価 フラップゲートの厚みの影響

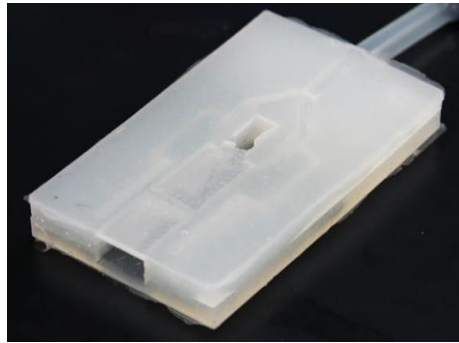


フラップゲートが開くほど吸着能力 高

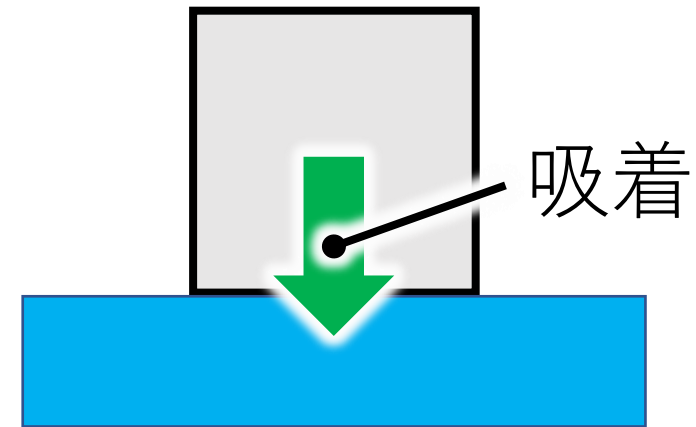
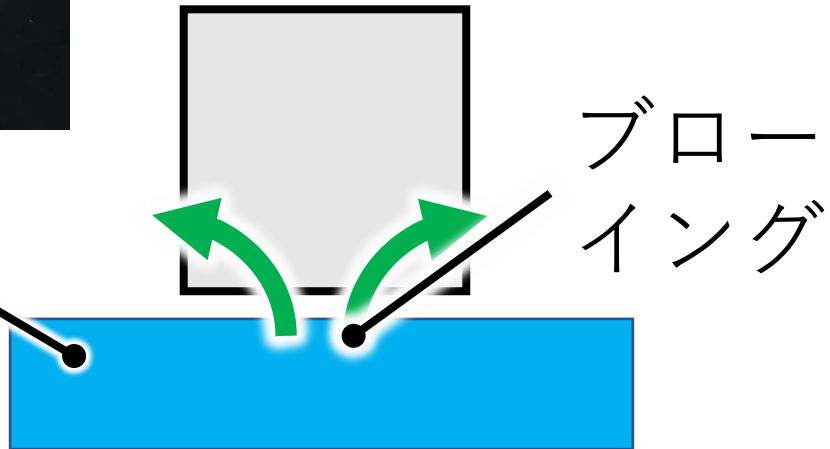
コンテンツ

- 吸着・ブローイング切替デバイスの概要とメカニズム
 - 特性評価
 - **摩擦可変機能**
- 荷重計測
 - 概要と仕組み
 - 機械学習を活用した荷重とその位置の推定
- まとめ

摩擦可変機構としての活用

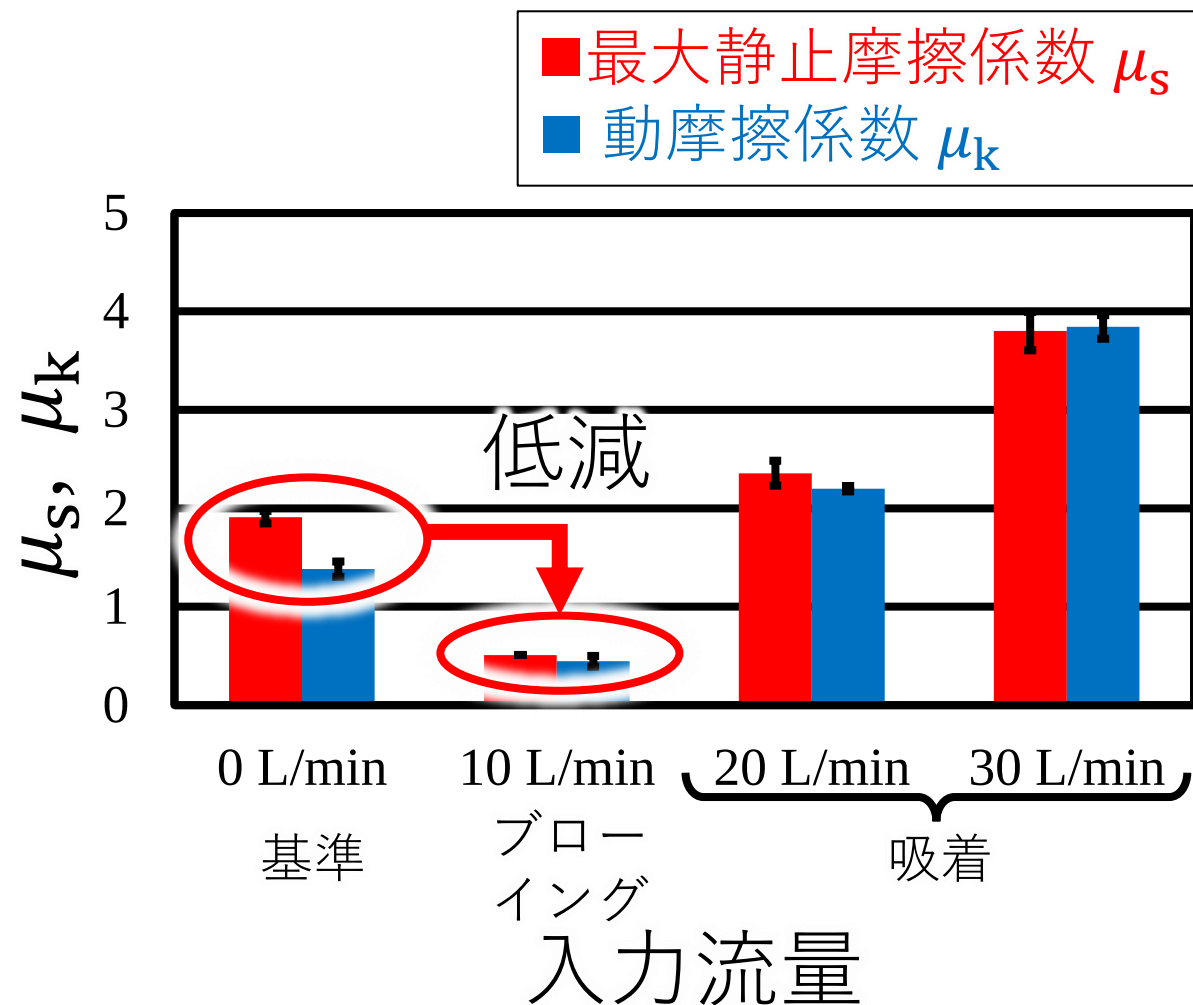
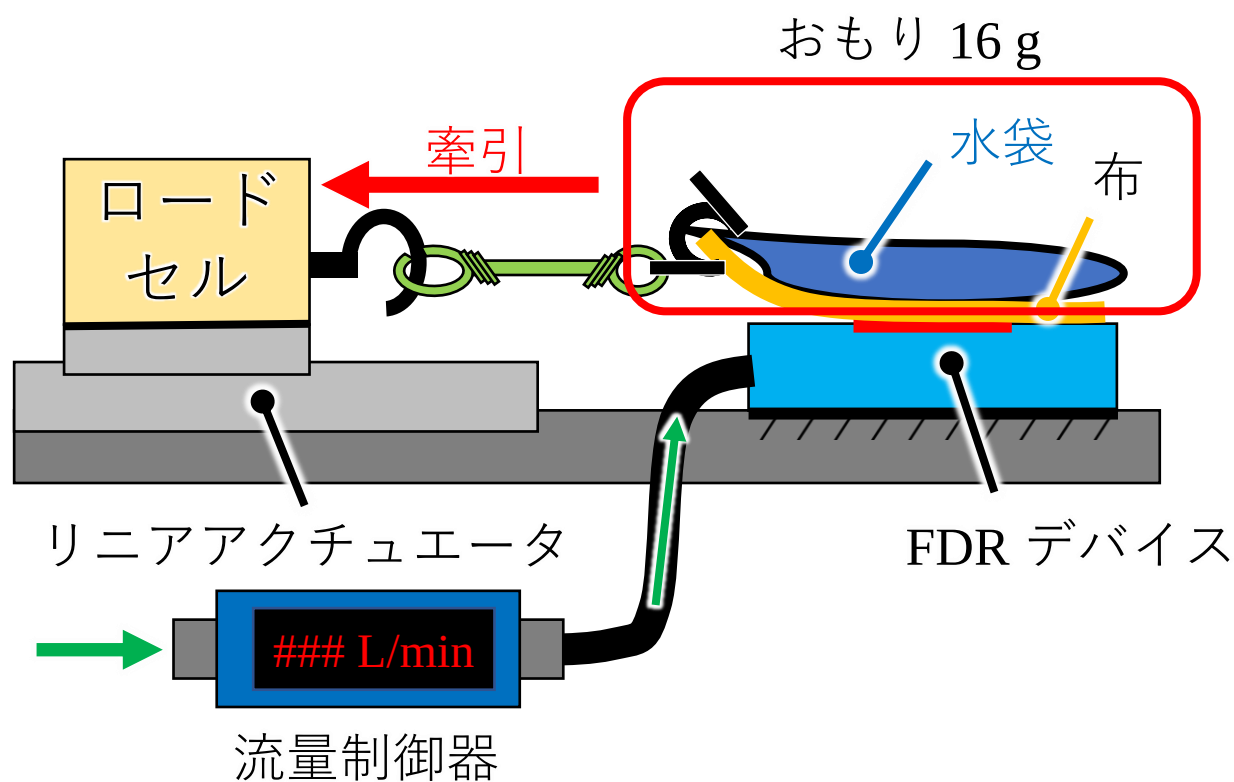


デバイス

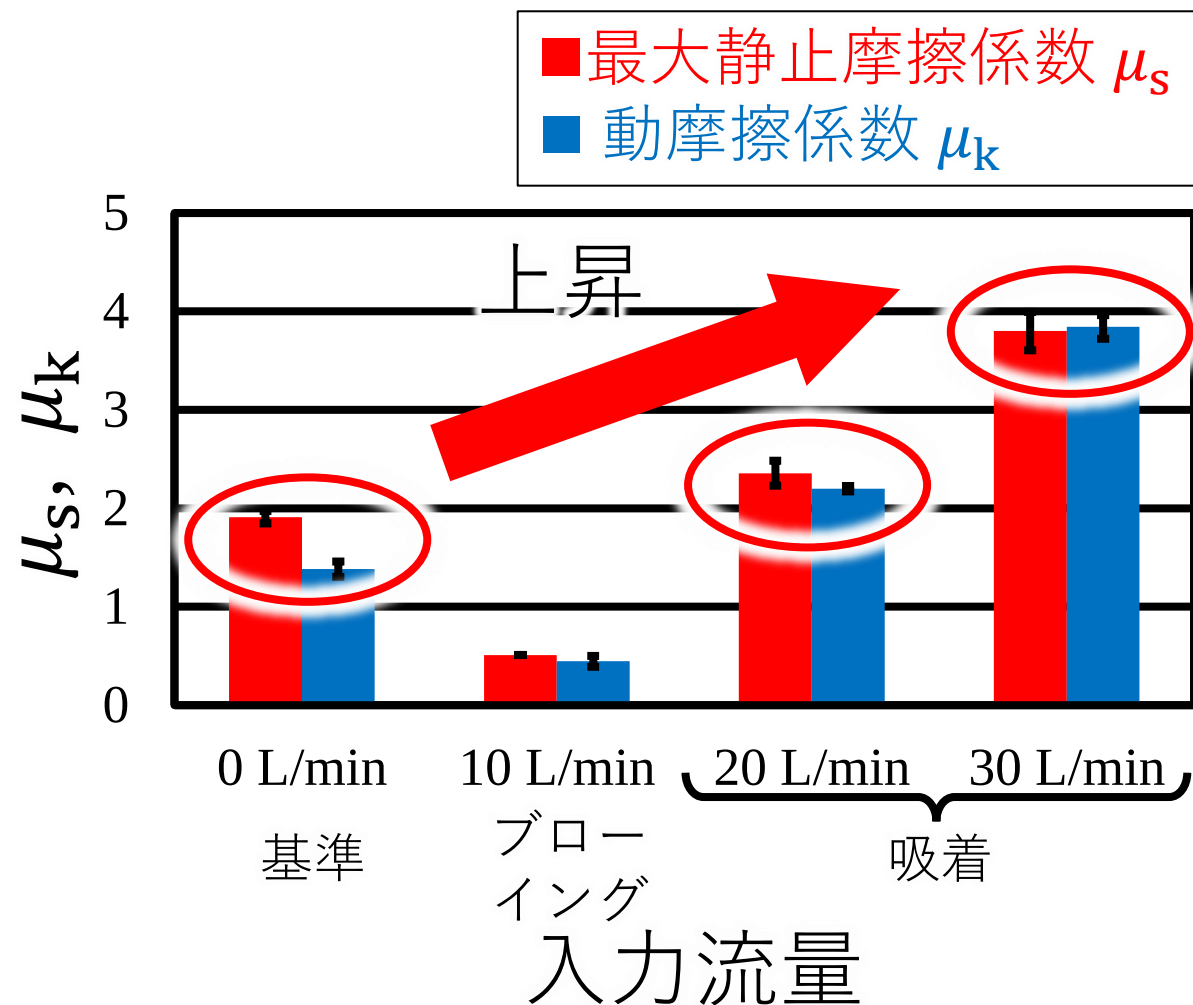
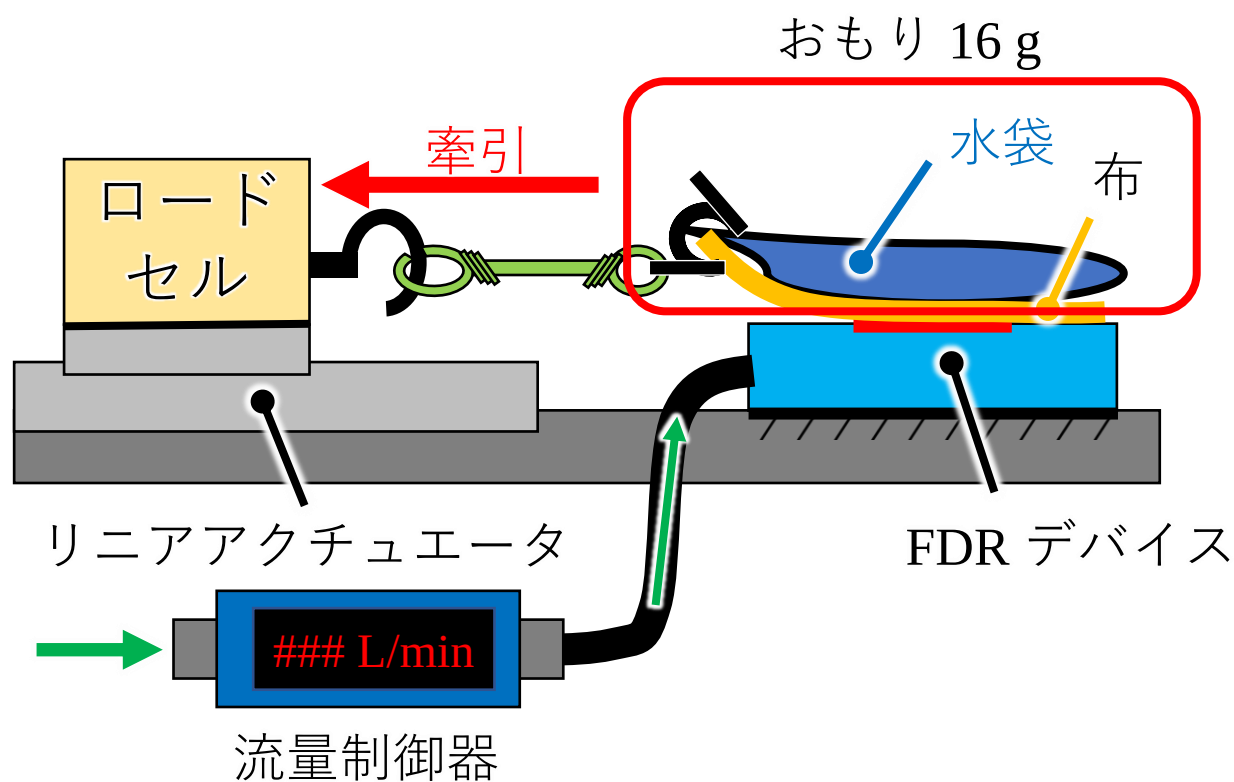


1自由度で摩擦の低減/上昇

摩擦可変機構としての活用



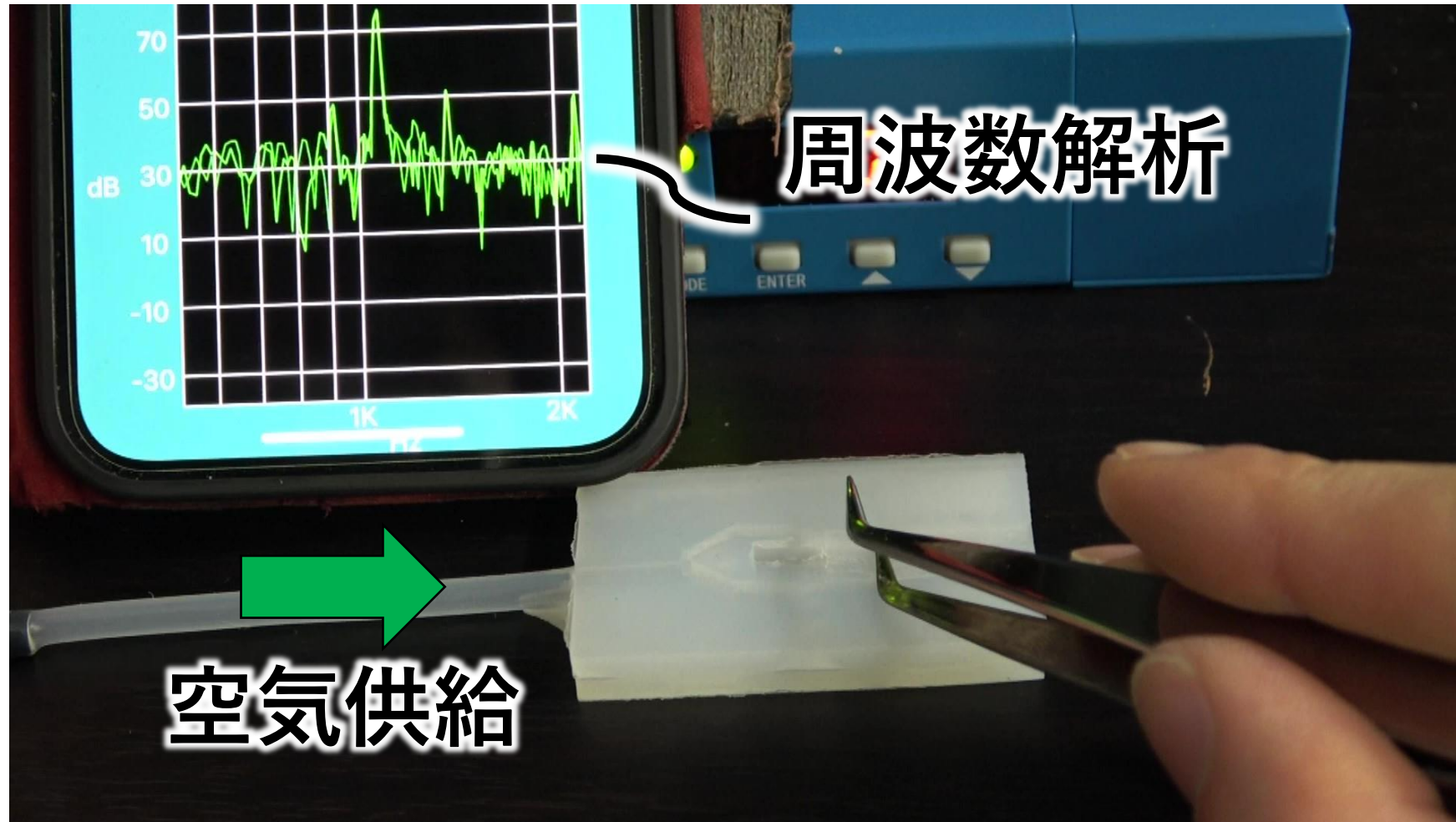
摩擦可変機構としての活用



コンテンツ

- 吸着・ブローイング切替デバイスの概要とメカニズム
 - 特性評価
 - 摩擦可変機能
- **荷重計測**
 - **概要と仕組み**
 - 機械学習を活用した荷重とその位置の推定
- まとめ

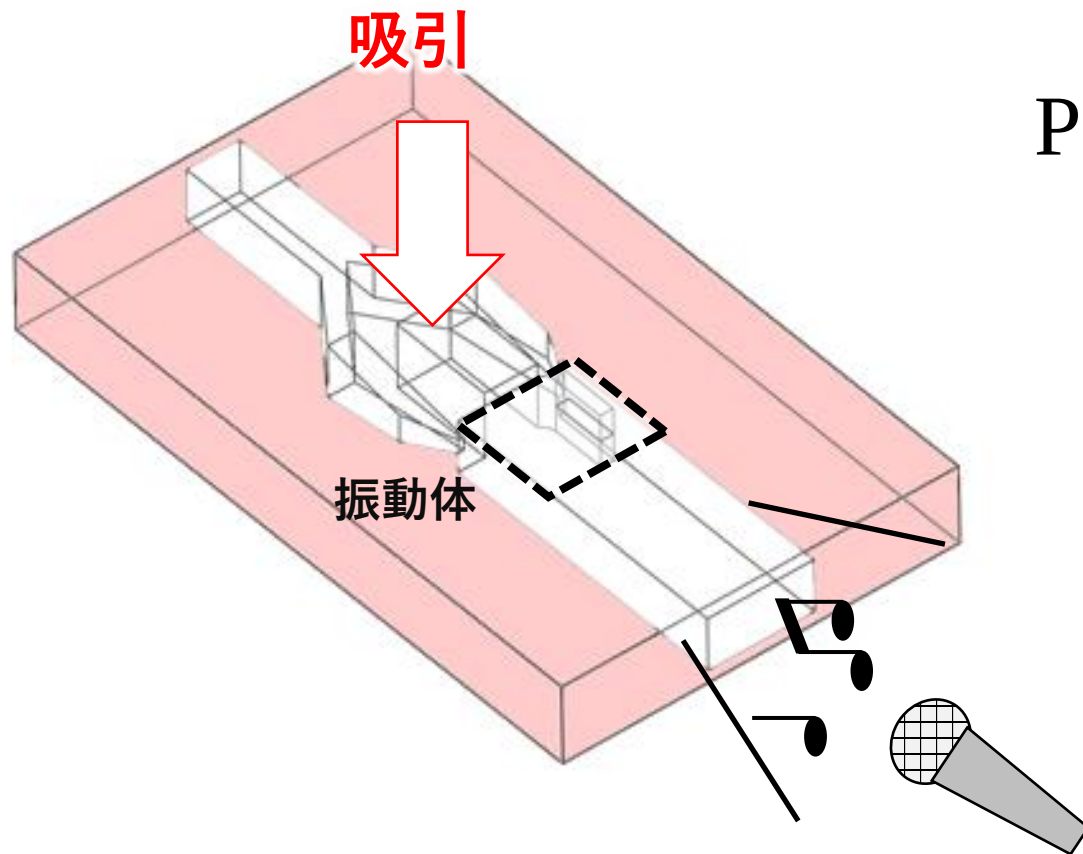
1流路で接触位置と力を検出可能な音響式柔軟触覚センサ



従来研究との違い

- 単一流路で吸着 & 複数情報センサは未達成
- 単一流路で2情報（位置と力）の取得は未達成

1流路で接触位置と力を検出可能な音響式柔軟触覚センサ



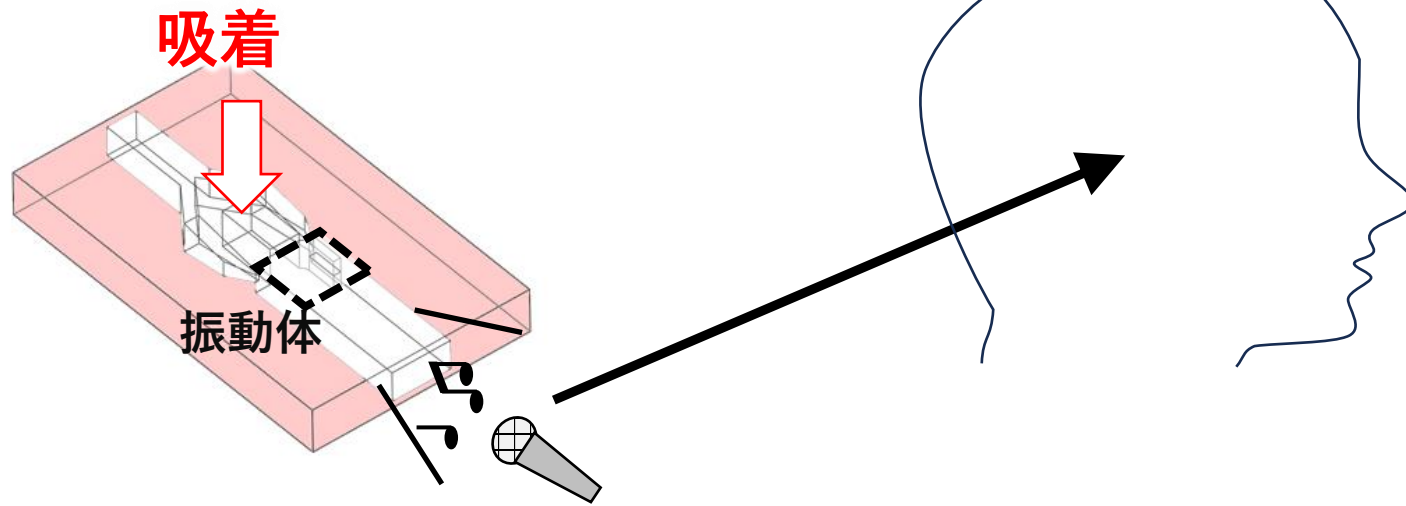
Points:

- 吸着可能
- 音響により力を検出可能

コンテンツ

- 吸着・ブローイング切替デバイスの概要とメカニズム
 - 特性評価
 - 摩擦可変機能
- 荷重計測
 - 概要と仕組み
 - **機械学習を活用した荷重とその位置の推定**
- まとめ

1流路で接触位置と力を検出可能な音響式柔軟触覚センサ



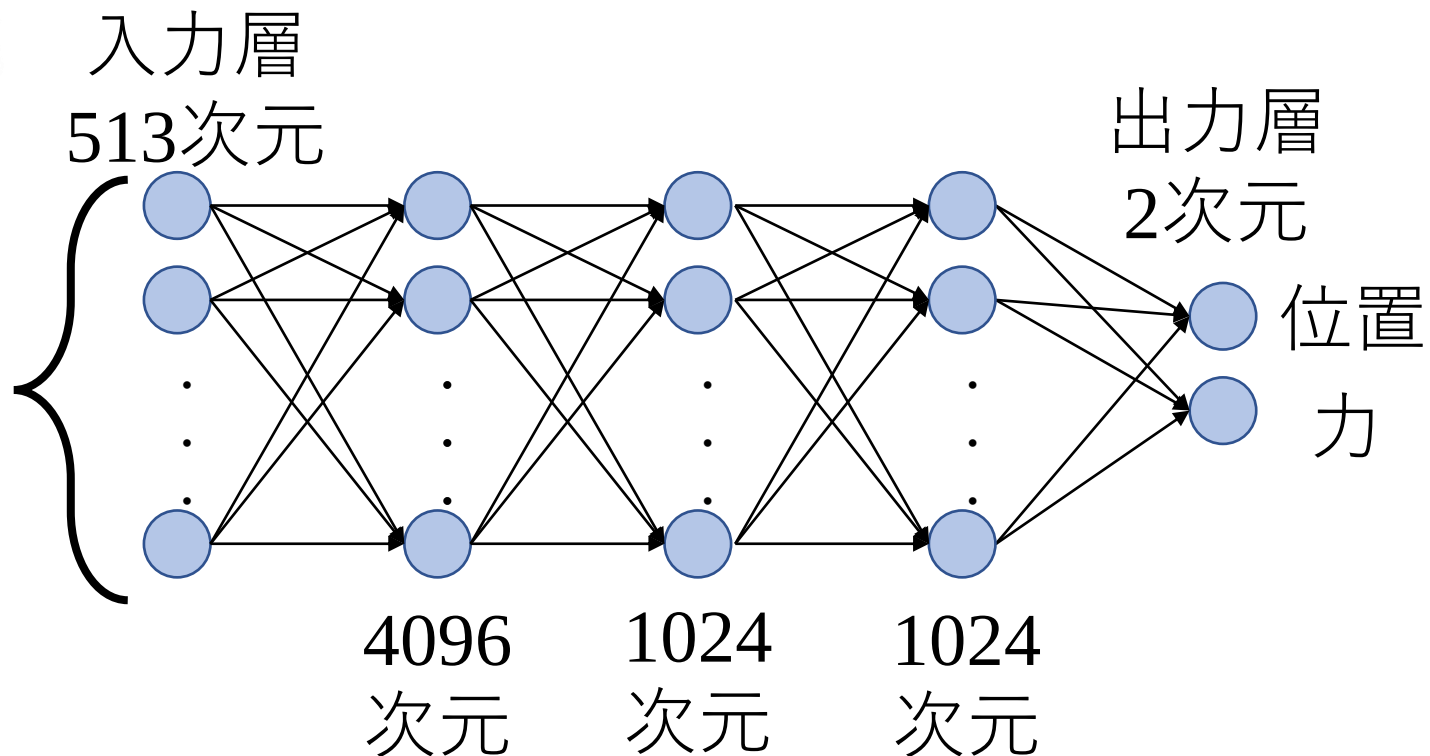
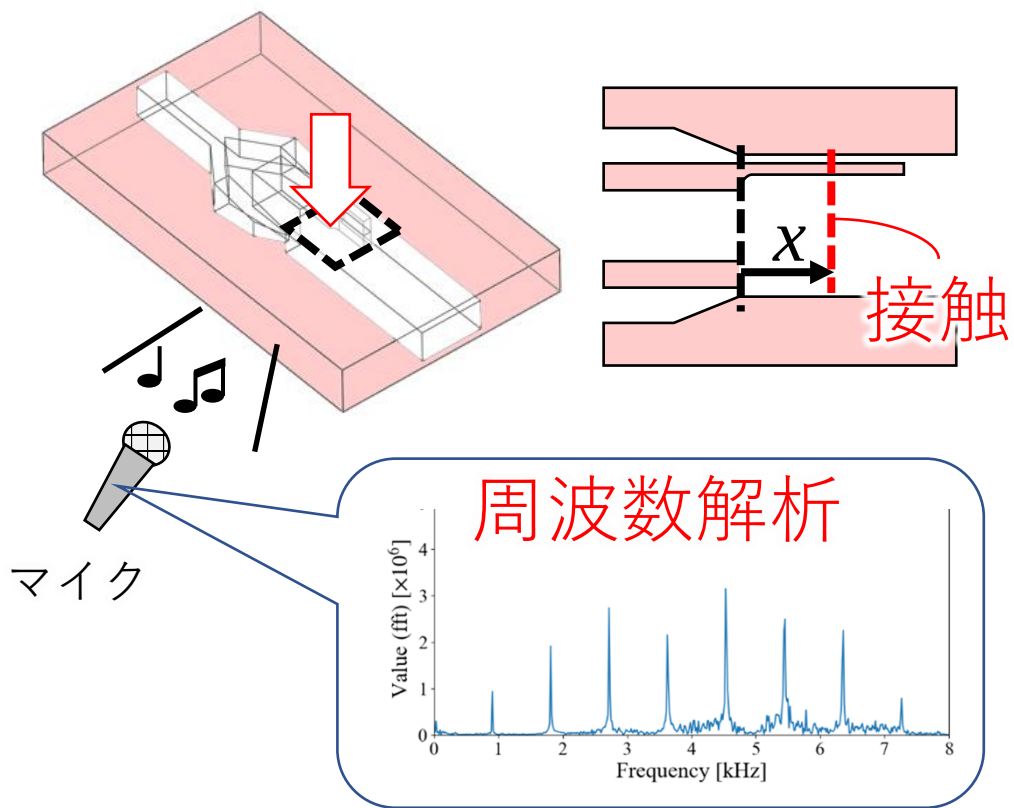
直接, 人の耳へ伝達

✓ 実装 & 伝達

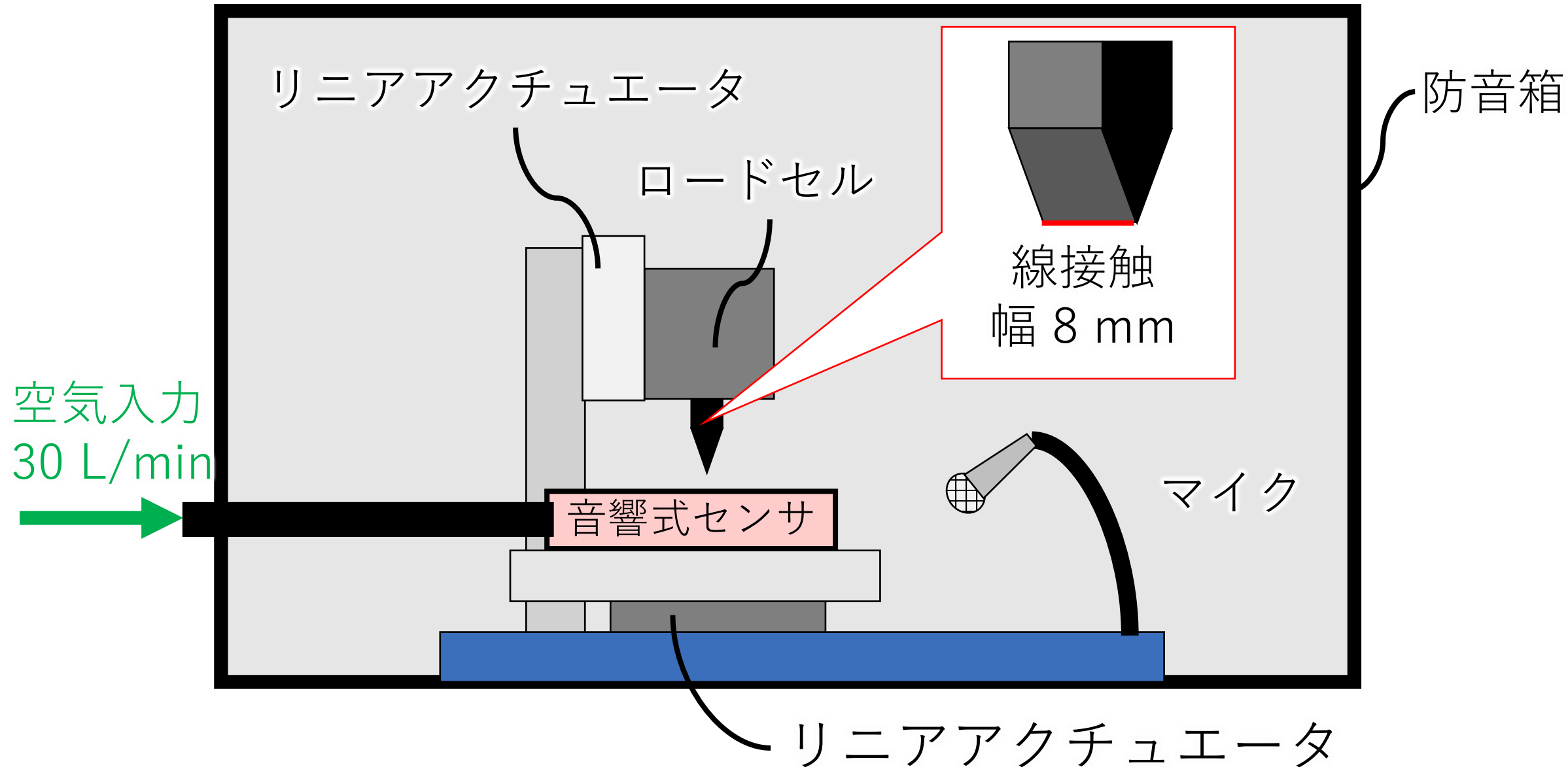
× 精度 & 信号ノイズ

1流路で接触位置と力を検出可能な音響式柔軟触覚 センサ

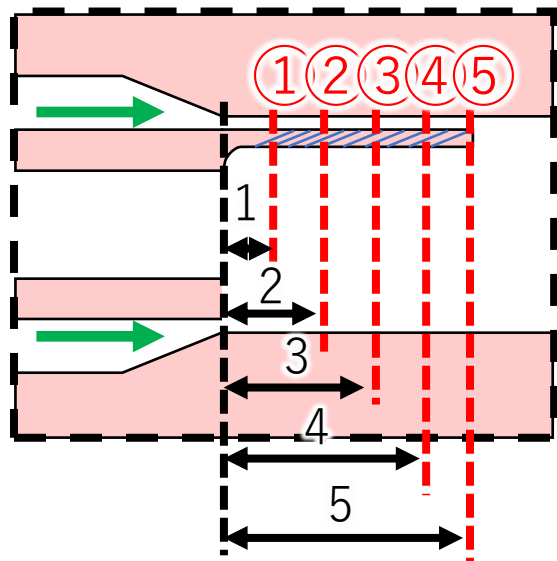
周波数解析からx方向の位置と接触荷重を推定



1流路で接触位置と力を検出可能な音響式柔軟触覚センサ

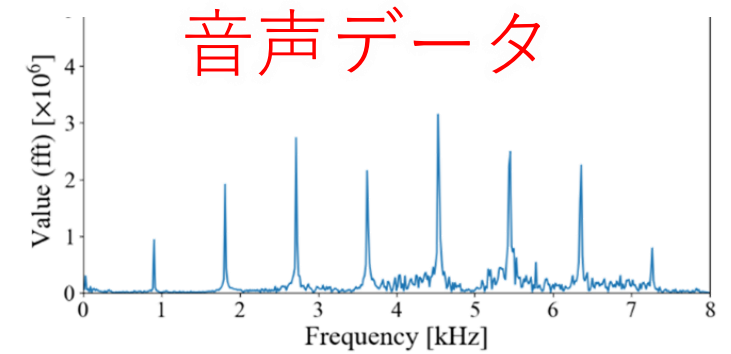
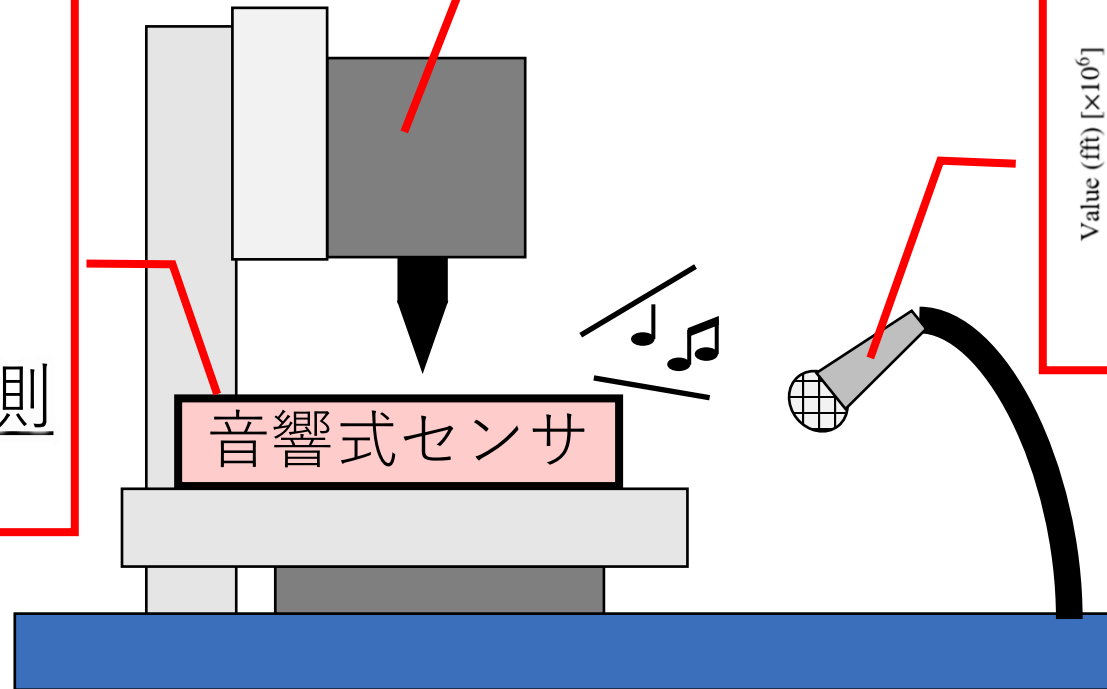


1流路で接触位置と力を検出可能な音響式柔軟触覚センサ



ノズル先端から
1～5 mm地点で計測
5種類

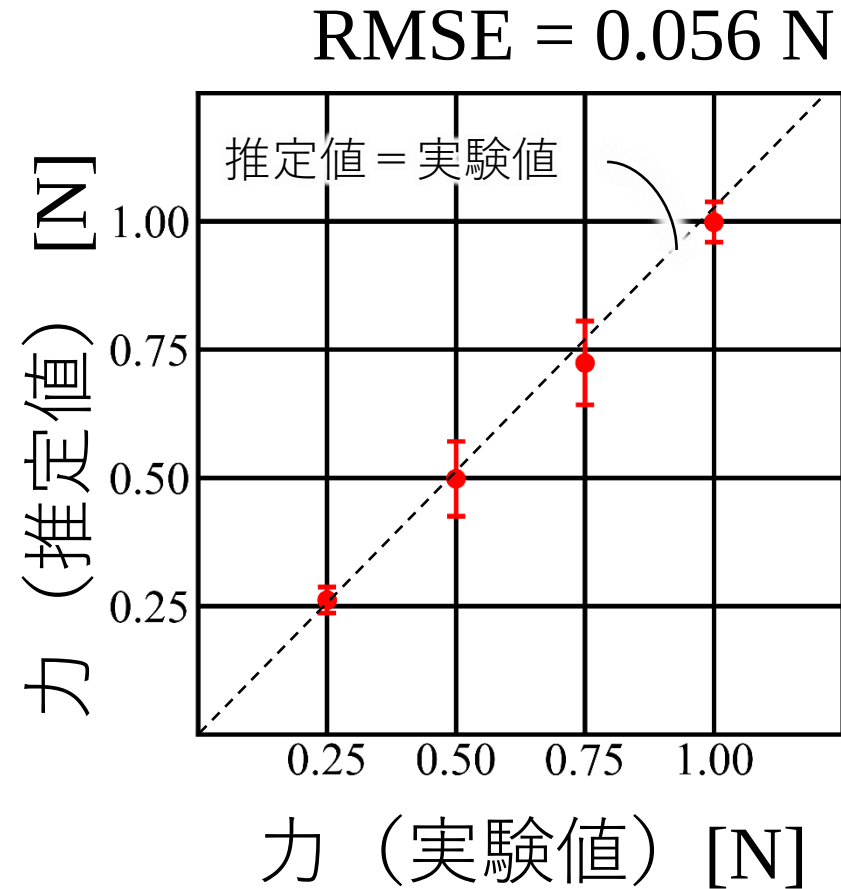
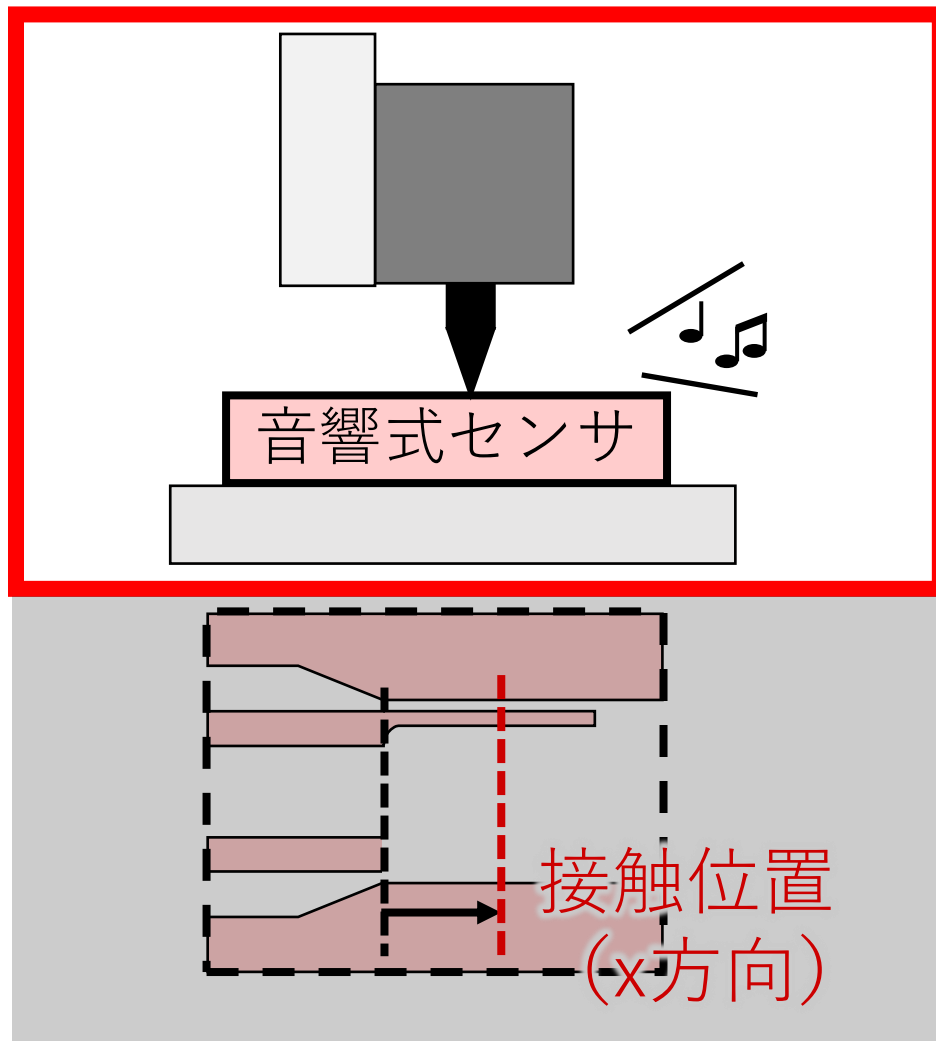
圧迫する力（4種類）
⇒ 0.25N, 0.5N, 0.75N, 1N



トータル1260組のデータを取得（学習: 1008, 検証: 126, 評価: 126）

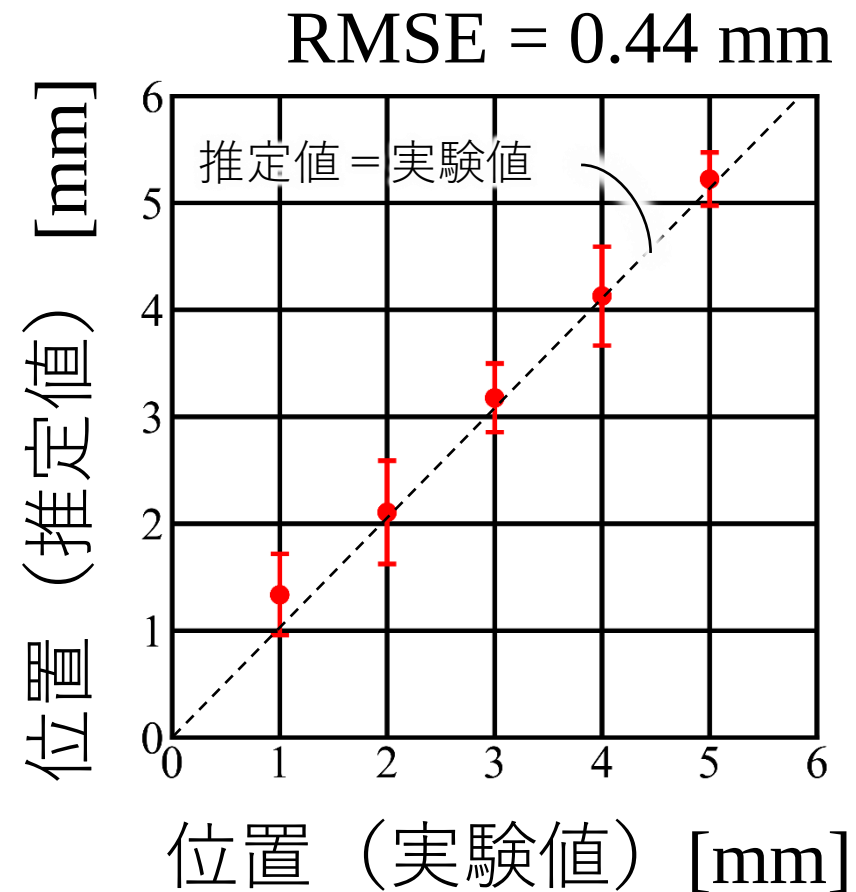
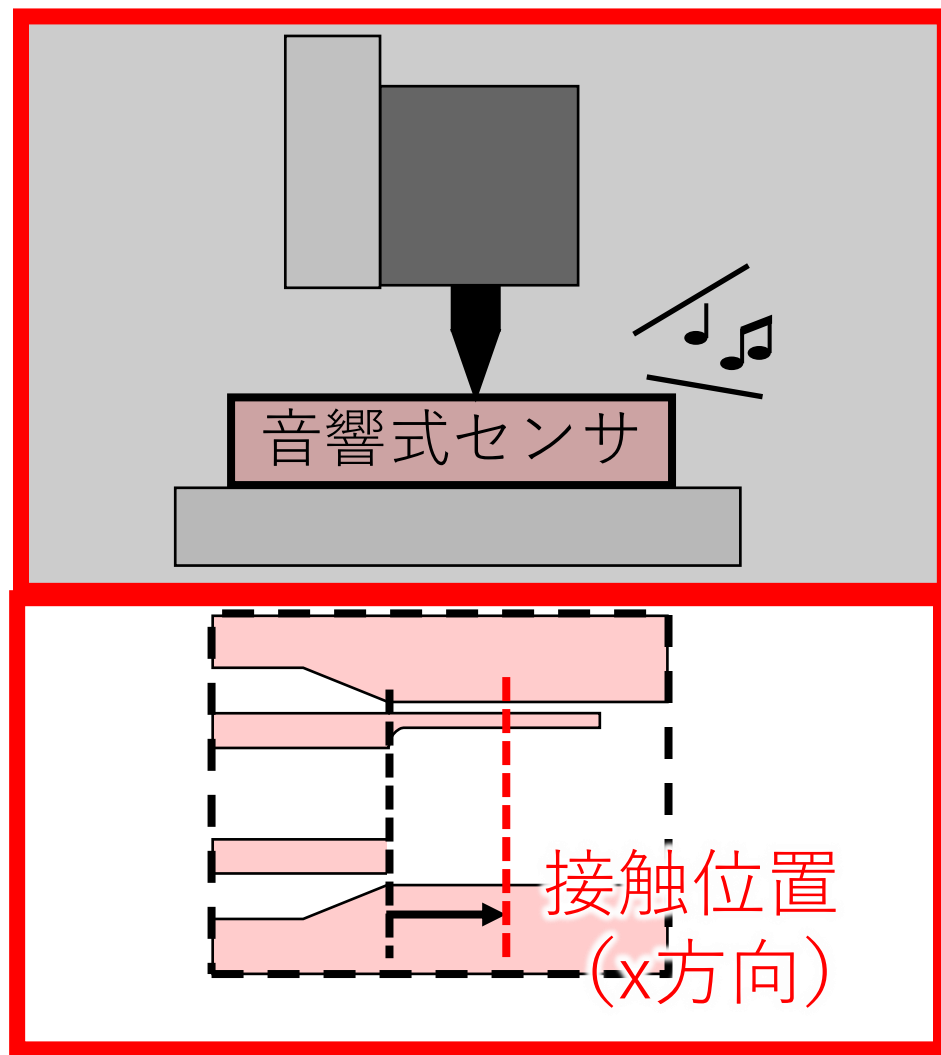
1流路で接触位置と力を検出可能な音響式柔軟触覚センサ

• 力の推定結果



1流路で接触位置と力を検出可能な音響式柔軟触覚センサ

• 位置の推定結果



コンテンツ

- 吸着・ブローイング切替デバイスの概要とメカニズム
 - 特性評価
 - 摩擦可変機能
- 荷重計測
 - 概要と仕組み
 - 機械学習を活用した荷重とその位置の推定
- **まとめ**

まとめ

- 単一流路から流れる空気を用いて
 - 流量制御によりブローイングと吸着を連続的に切り替え
 - デバイスは薄く柔らかい
 - 音による荷重測定が可能（入力圧力からでも荷重は推定可能）
 - 機械学習を活用して荷重の大きさとかかる位置を推定可能
- アプリケーションを増やしていきたい！

実用化に向けた課題

- ウェラブルデバイスへの応用：厚み6 mmゆえ，もっと薄いのが望ましい
- 吸着・ブローイング能力はもっと高いのが望ましい（吸着：市販のベルヌイグリッパ程度）
- 多くのアプリケーション．特にこの機器が無いと成り立たない応用などの例が欲しい
- デバイスに供給する空気源のポータブル化

企業への期待

- 薄く・高性能化には，精密に加工・製造する技術が必要.
- 材料を変えるのも検討事項
- 現状はロボットハンドとウェアブルデバイスの応用を想定しているが，それ以外に提案があればぜひ教えていただきたい
- デバイスに供給する空気源のポータブル化

企業への貢献、PRポイント

- 本発明はプロジェクトでの成果の一部⇒プロジェクトへの貢献
- 実装における技術支援等

本技術に関する知的財産権

- 発明の名称 : 歪センサ及び歪の検知方法
 - 出願番号 : 特願2023-103586
 - 出願人 : 金沢大学、東北大学
 - 発明者 : 渡邊哲陽、西村斉寛、野尻晴太、多田隈建二郎
-
- 発明の名称 : 吸盤
 - 出願番号 : 特願2021-202904
 - 出願人 : 金沢大学、東北大学
 - 発明者 : 渡邊哲陽、西村斉寛、野尻晴太、多田隈建二郎

産学連携の経歴（現在）

- 2023年-現在 北陸電気工事株式会社と共同研究
- 2022年-現在 IHIと共同研究
- 2022年-現在 N社と共同研究
- 2022年-現在 パナソニックホールディングス
の下でNEDO事業参画

お問い合わせ先

金沢大学ティ・エル・オー

T E L 076-264-6115

e-mail info@kutlo.co.jp