機能性有機材料を用いた高性能薄膜アクチュエータの開発

山形大学
学術研究院（大学院有機材料システム研究科　主担当）
有機材料システム専攻

助教　関根智仁

2022年8月2日

研究開発の背景

- 触覚を再現できるハプティクス（振動などを与える皮膚感覚テクノロジー）デバイスが注目されている。

- 有機材料特有の柔らかさやしなやかさを活かした新規デバイスの開発の需要が高まっている。

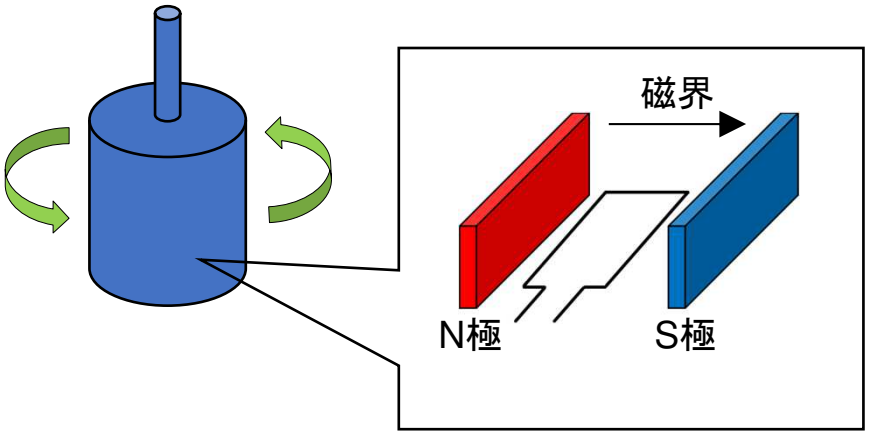
↓

- 高駆動性ソフトアクチュエータを実現できる材料システム開発とデバイス応用を実施した。

アクチュエータの定義と種類

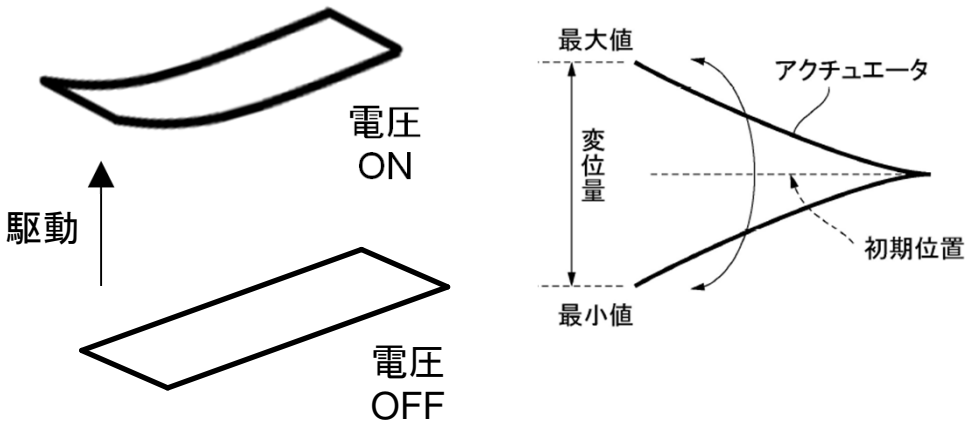
アクチュエータ：入力された電気信号物理的運動に変換する素子
（能動的に作動または駆動するものも含まれる。）

無機系アクチュエータ
例：モーター



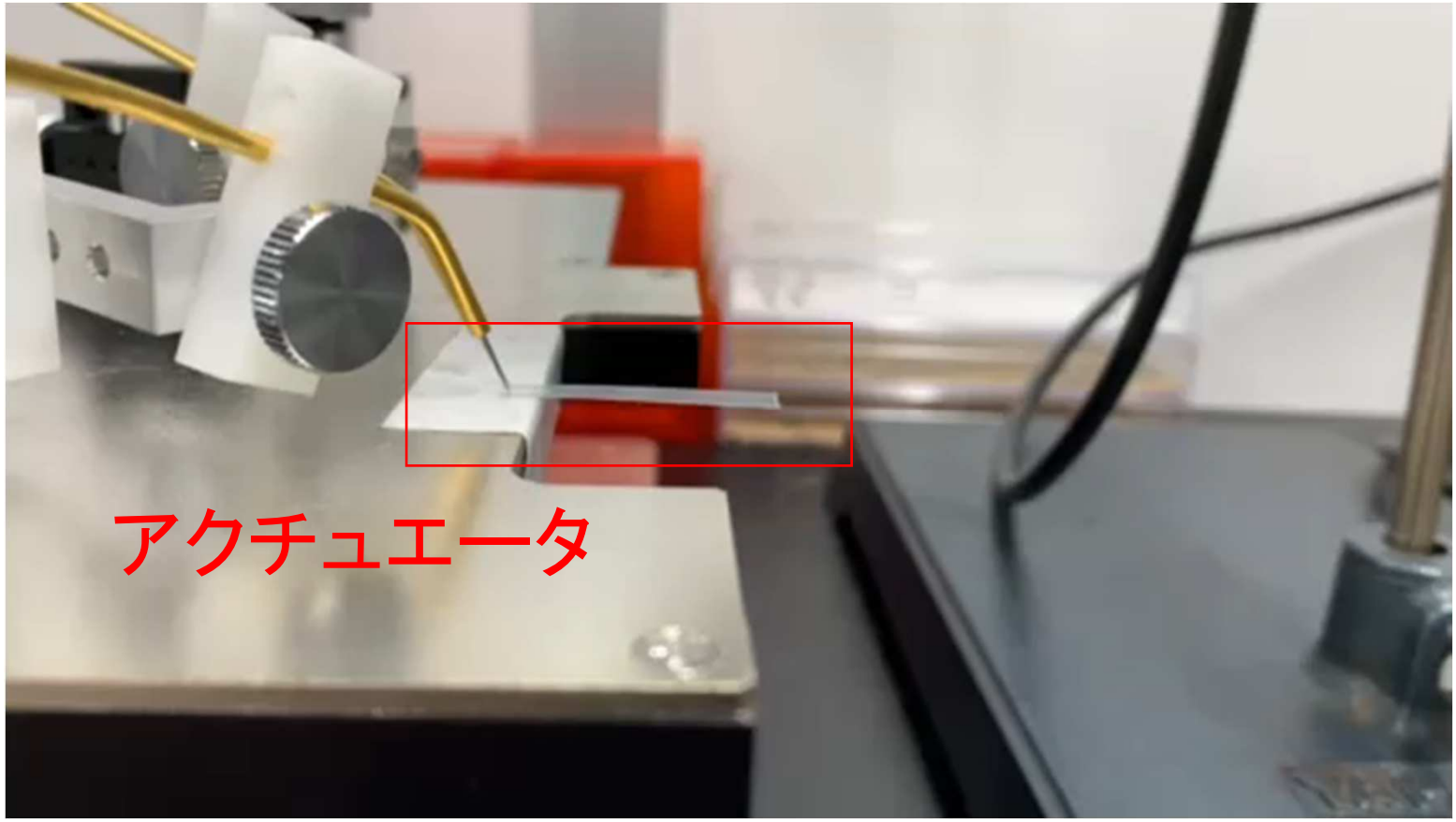
比較的大きい、大出力

有機アクチュエータ
例：カンチレバー

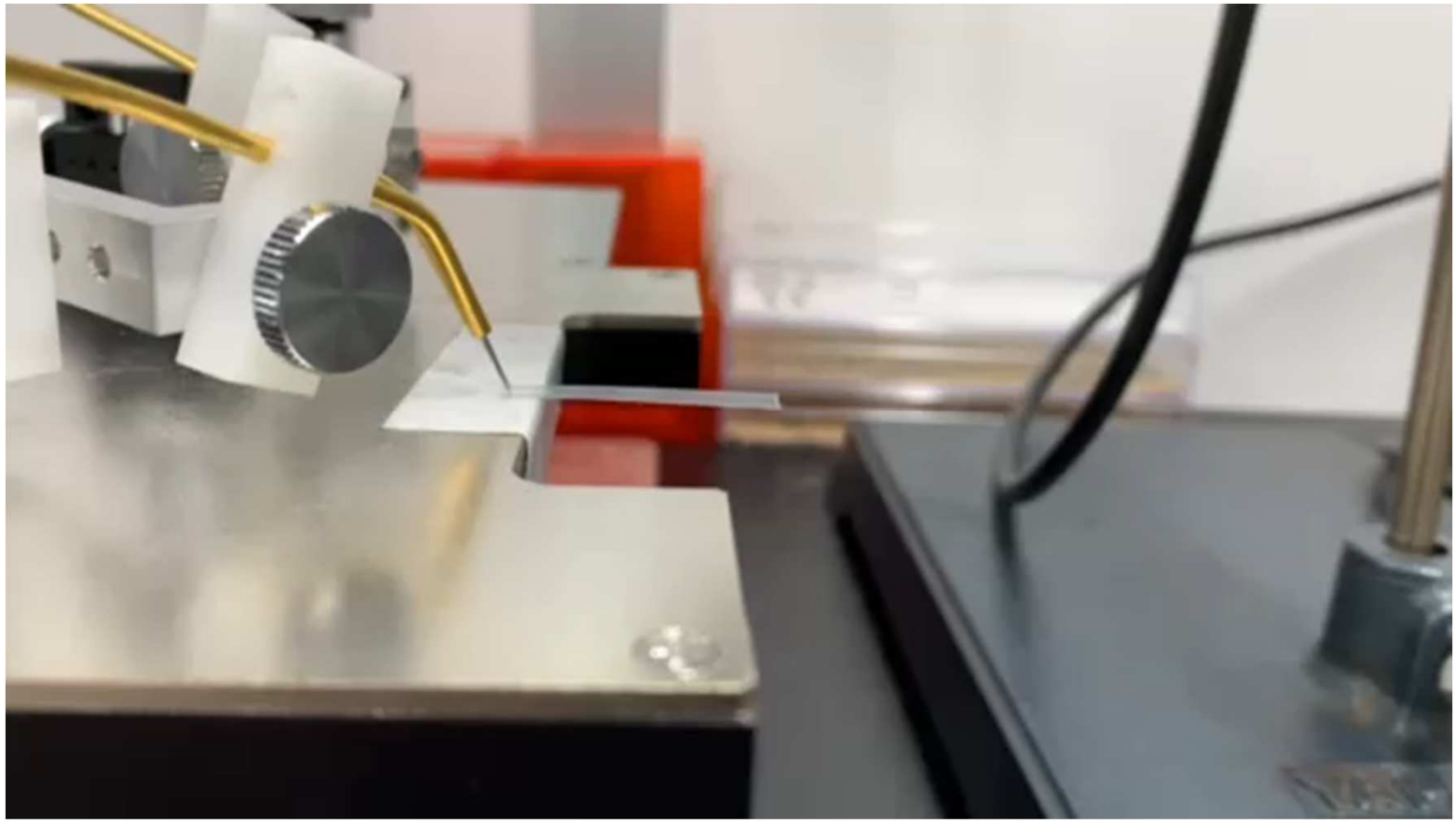


薄い、高速応答可能

有機アクチュエータの駆動性



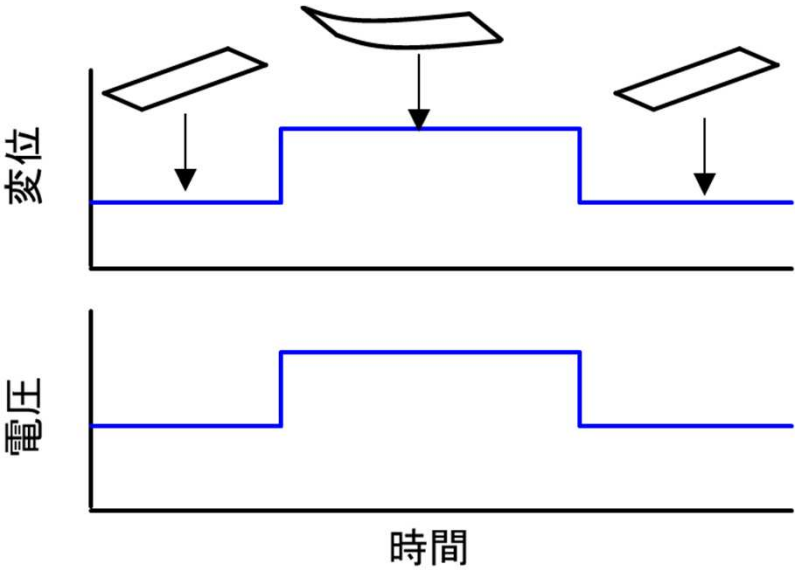
有機アクチュエータの駆動性



有機アクチュエータの種類

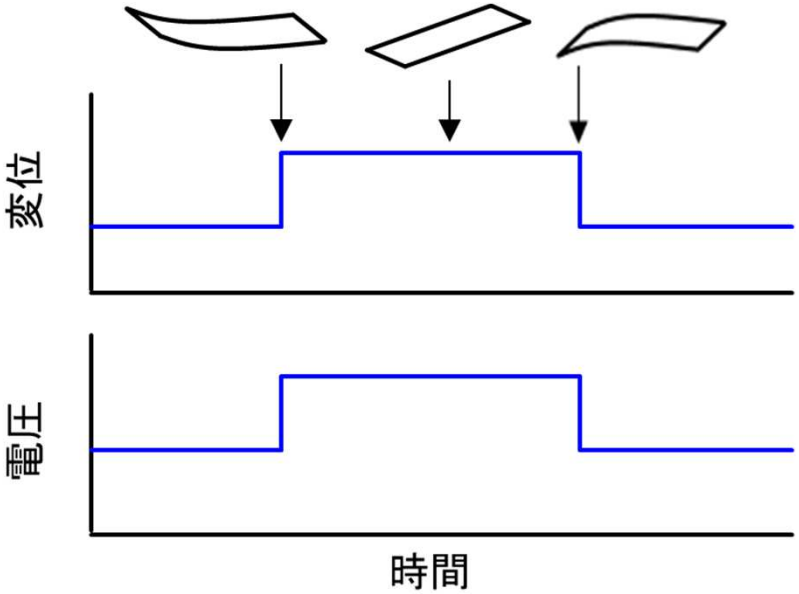
静的駆動型

電圧を印加している間
は変位し続ける



動的駆動型

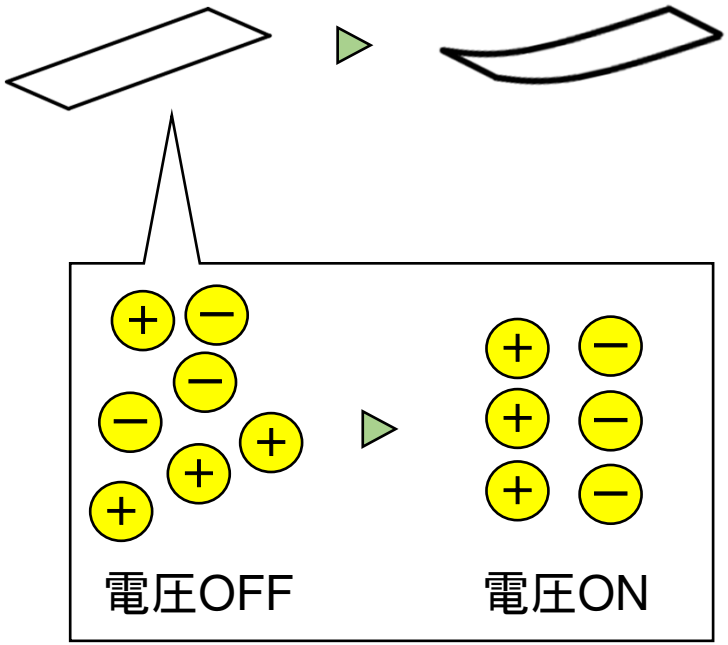
電圧を印加した瞬間
変位する



有機アクチュエータの駆動原理

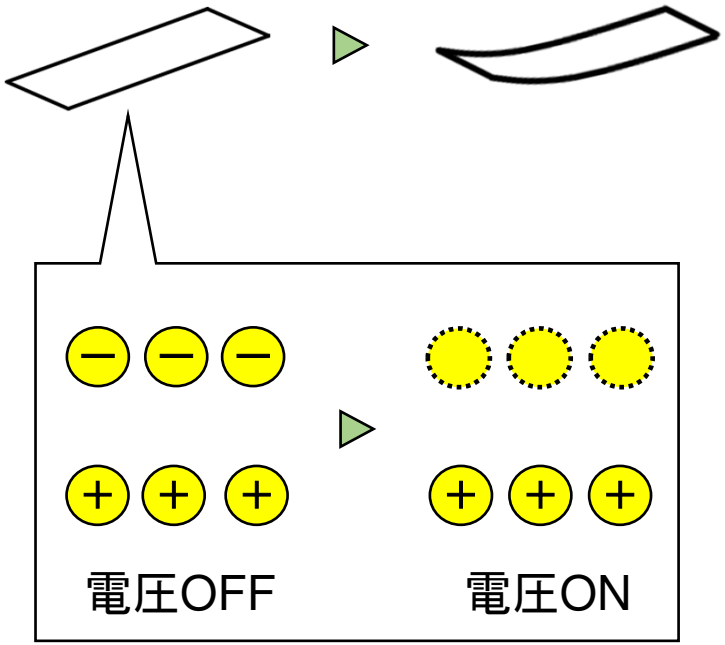
静的駆動型

電圧印加で電荷が一方向に整列



動的駆動型

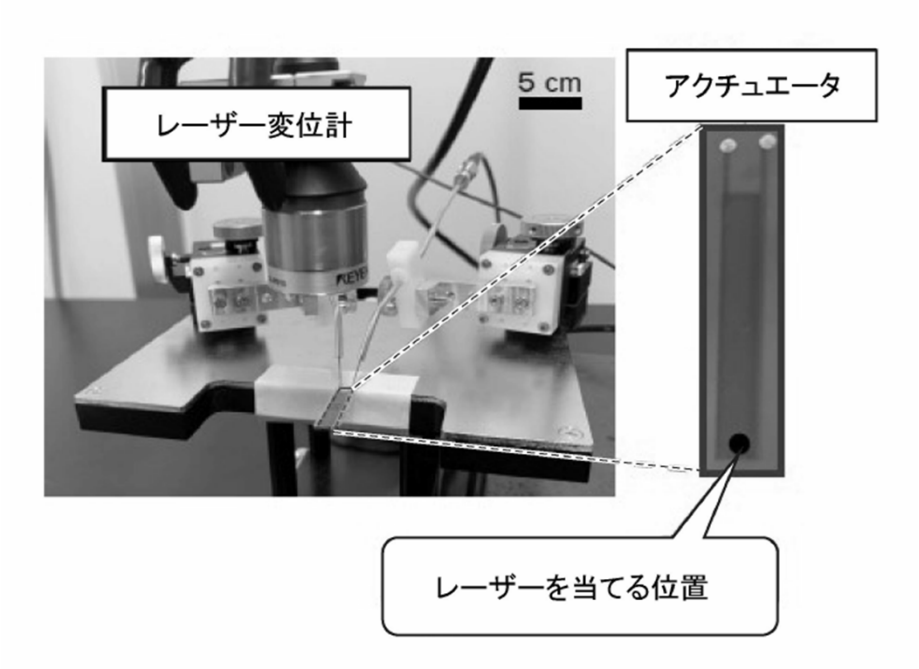
電圧印加で電荷が増減

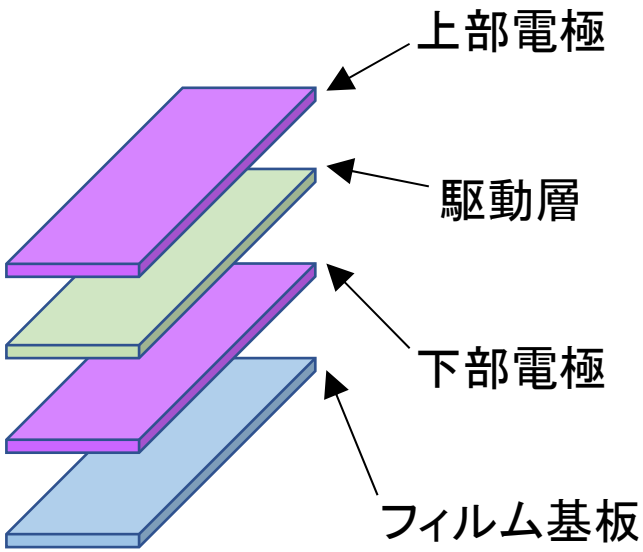


有機アクチュエータの特徴と課題

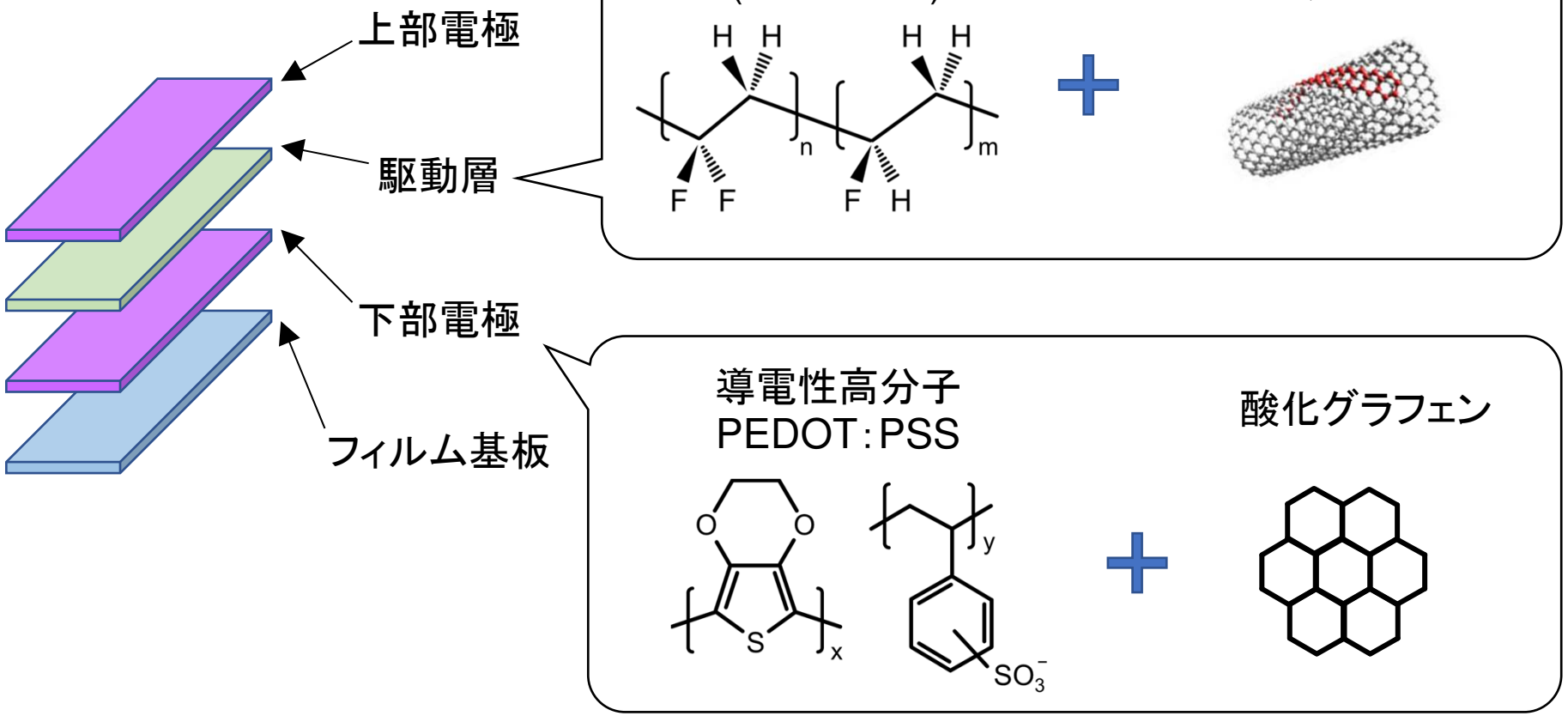
	材料	駆動スピード（mm/s）	変形量（mm）	周波数依存性（Hz）	機械的寿命	駆動
静的駆動型	イオン液体 ナノカーボン 導電性高分子	遅 （～0.5）	大 （～10）	～ 1	△	主に 電圧依存
動的駆動型	ピエゾ材料 (PZT、PVDF)	速 （～5.0）	小 （～0.5）	～ 1000	△	主に 膜厚依存

新技術の特徴・従来技術との比較



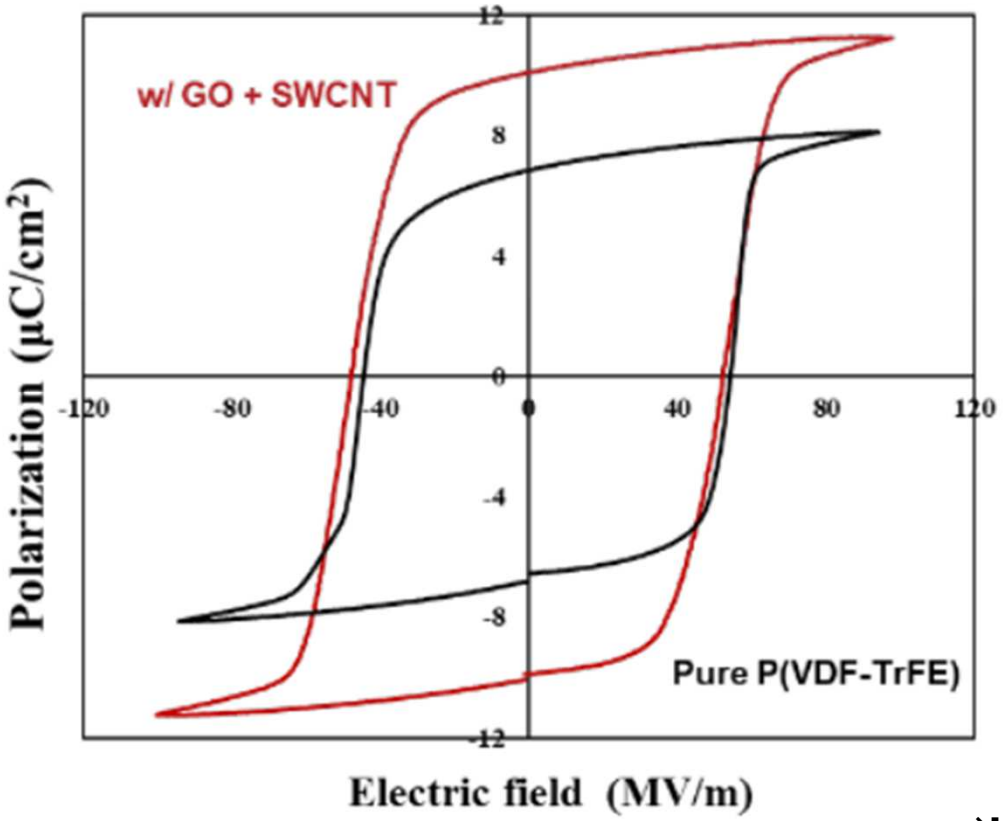


新技術の特徴・従来技術との比較



新技術の特徴・従来技術との比較

アクチュエータの駆動性を示すヒステリシスカーブ

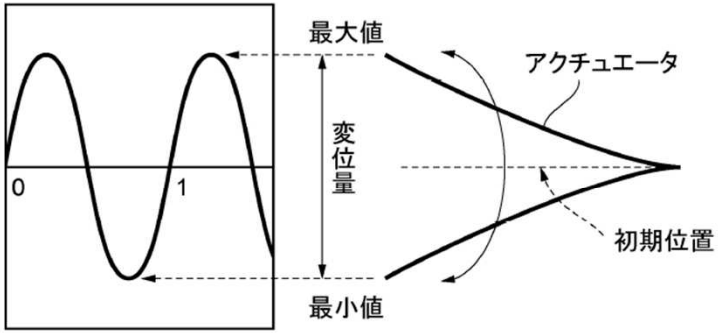


従来／P(VDF-TrFE)
残留分極値Pr: 7.56 μC/cm^2

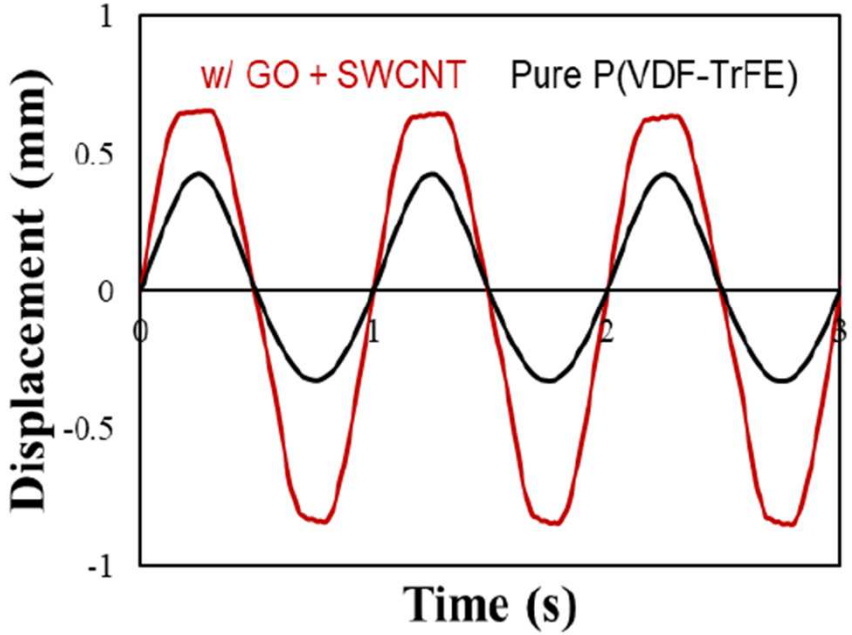
新技術／ブレンド型P(VDF-TrFE)
残留分極値Pr: 10.1 μC/cm^2

※残留分極値Prはx軸とカーブの接点

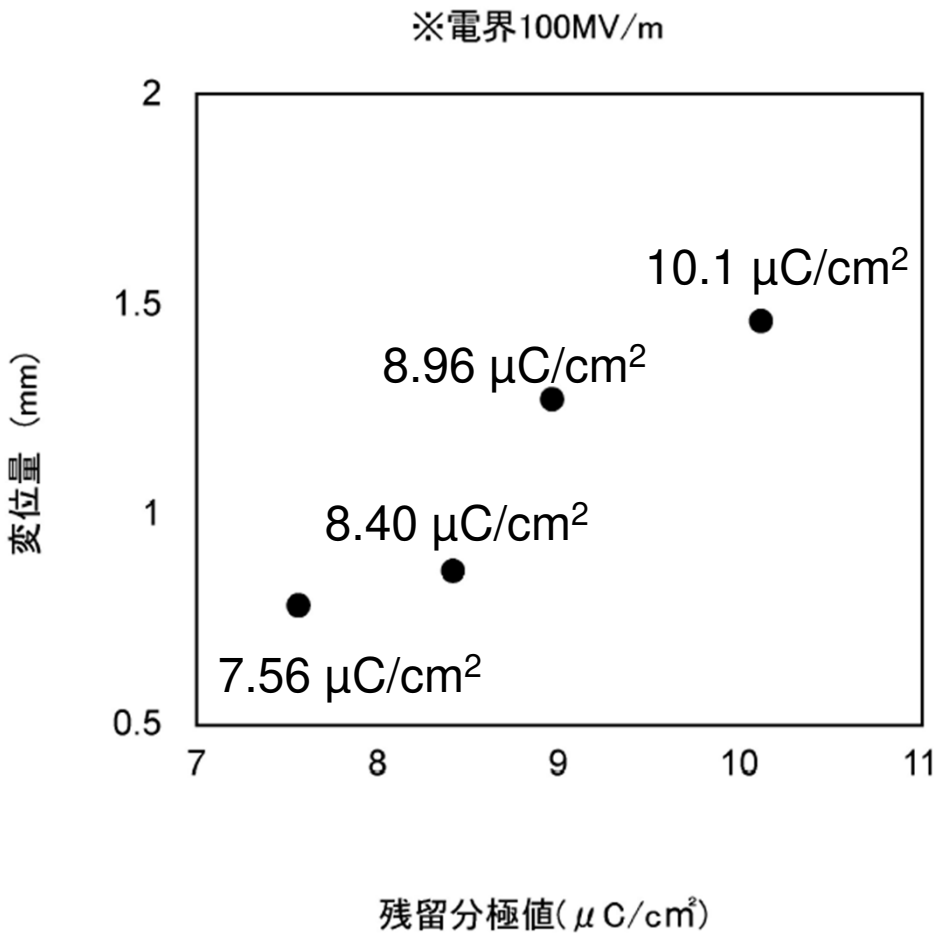
新技術の特徴・従来技術との比較



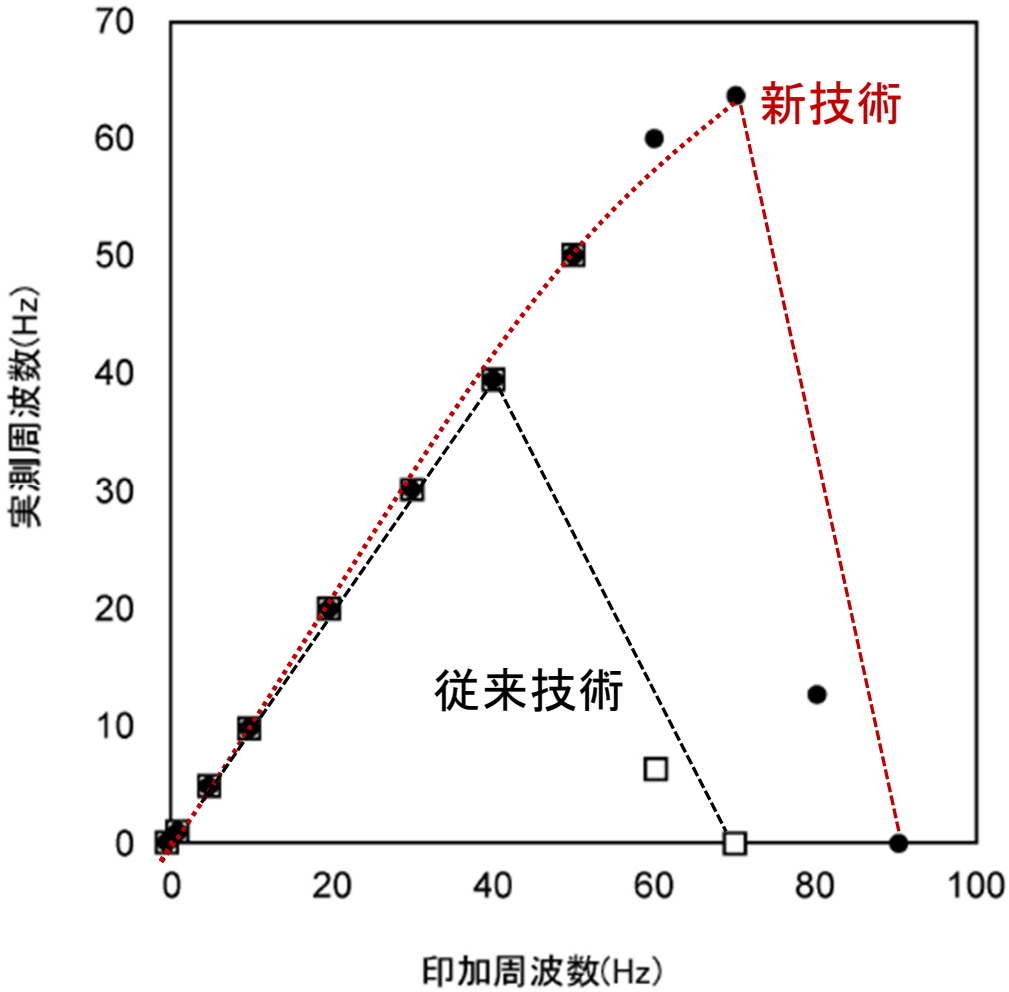
変位量 ＝｜最大値－最小値｜



残留分極値が駆動性に与える影響

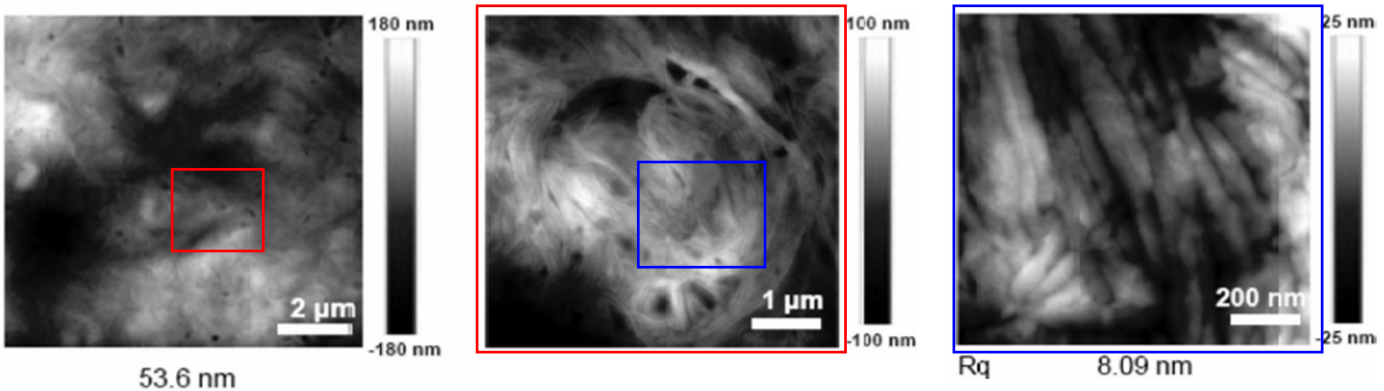


周波数依存性



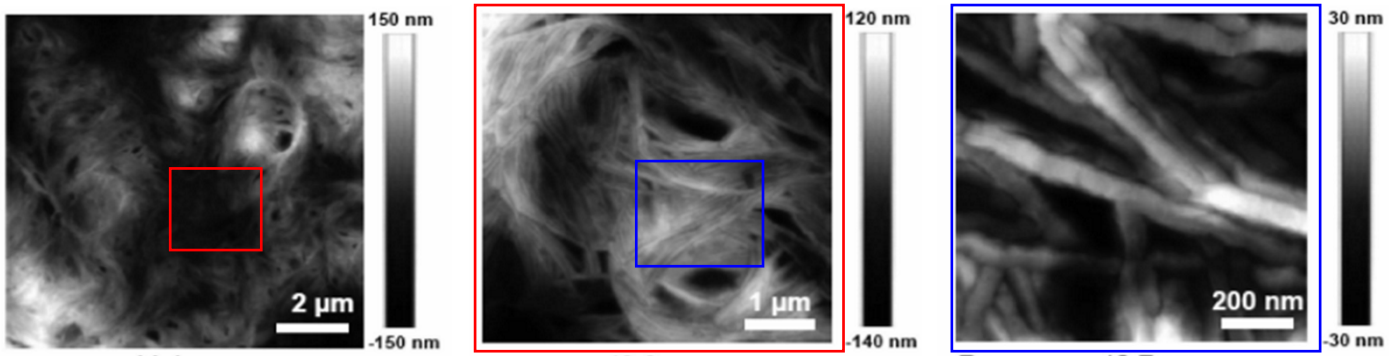
アクチュエータの表面状態の観察

P(VDF－TrFE)単体の誘電体膜



53.6 nm　　Rq　8.09 nm

P(VDF－TrFE)に単層カーボンナノチューブ(CNT)を混合した誘電体膜

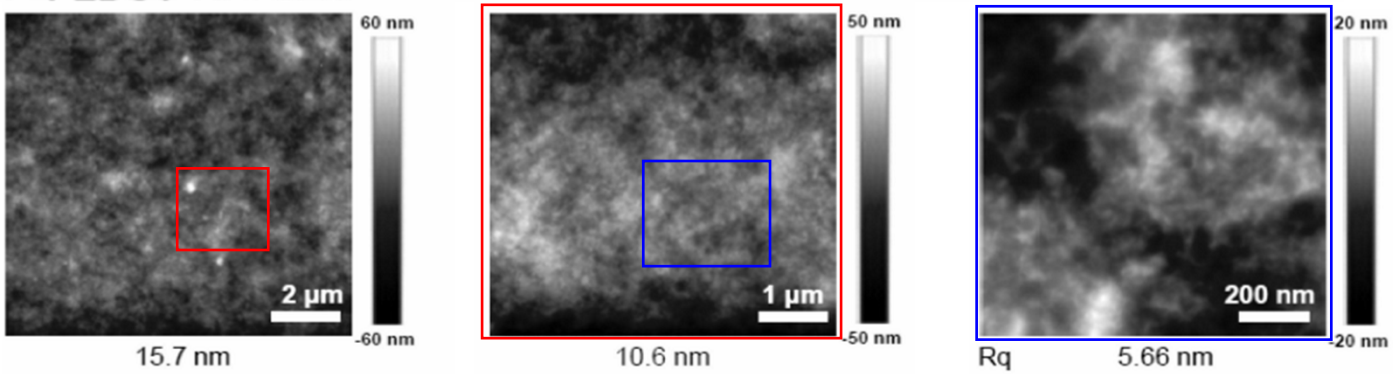


44.4 nm　　43.3 nm　　Rq　10.7 nm

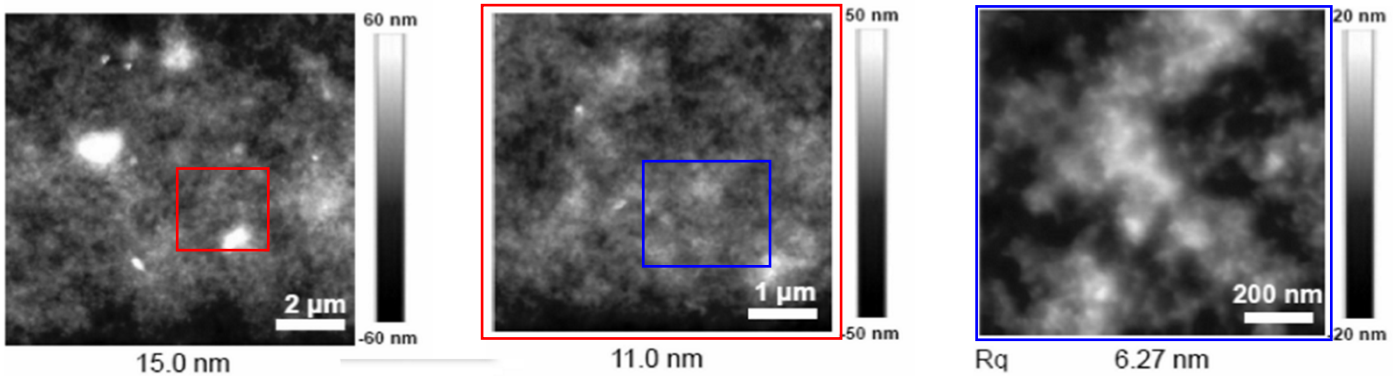
7

アクチュエータの表面状態の観察

PEDOT:PSS単体の電極膜



PEDOT:PSSに酸化グラフェンを混合した電極膜



想定される用途

- ソフトデバイスとしてのアクチュエータ

⇒柔らかい人工筋肉など

- 振動デバイスやハプティクスデバイス

⇒触覚をフィードバックできるタッチパネル用薄膜振動子
（薄くて軽いバイブレータデバイスなど）

実用化に向けた課題

- カンチレバー型ソフトアクチュエータの作製に成功した。

⇒一方、実用化に向けた機械的耐久性の向上が課題である。

- 今後は、材料とデバイス各構成の両面から高速駆動かつ機械的高寿命なアクチュエータを実現したい。

- デバイスパターンが駆動性に与える影響が不明

⇒シミュレーションソフトウェアを駆使しながら解明する予定

企業への期待

- 薄膜カンチレバー型のソフトアクチュエータの応用用途を知りたいです。

- デバイスメーカー様との共同研究を模索しています。

⇒ハプティクスシステムへの応用可能性を知りたいです。

本技術に関する知的財産権

- 発明の名称: ソフトアクチュエータ
- 出願番号： 特願 2022-009763
- 出願人： 山形大学
- 発明者： 関根智仁、他1名

お問い合わせ先

山形大学　知的財産本部

TEL：　0238－26－3024
FAX：　0238－26－3633
E-mail：　yu-yu-chizai@jm.kj.yamagata-u.ac.jp