

# ペット向けアタッチメント

東京電機大学 工学部 電子システム工学科  
教授 茂木 克雄

2025年11月4日

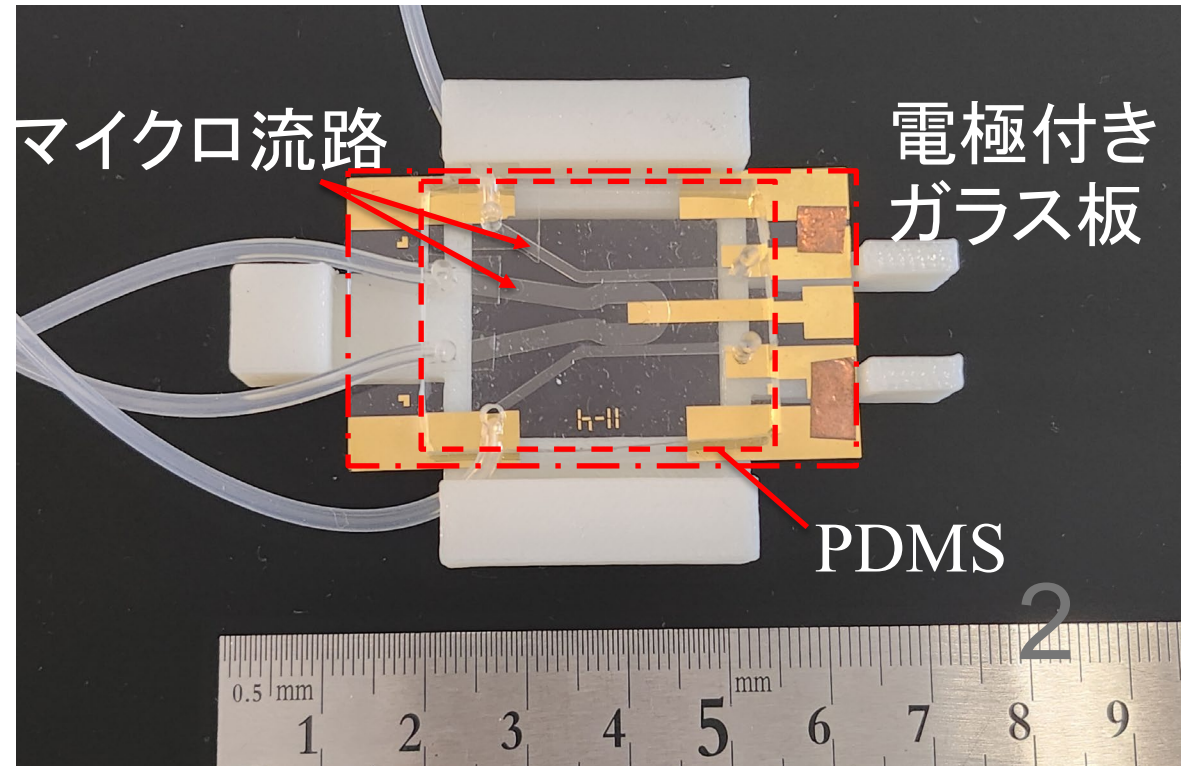
# マイクロ流体デバイスの紹介

## ◆ マイクロ流体デバイスとは

PDMSを主材料とする、**微小空間での流体現象**を利用することで様々な研究、診断を実現するデバイス。

## ◆ 特徴

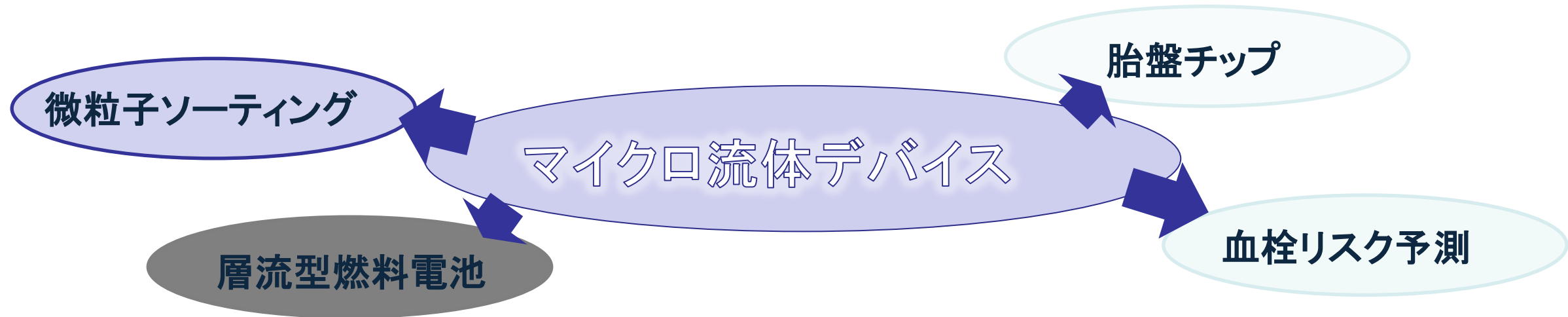
- ・ 透明性◎
  - ▶ 観察が容易
- ・ ガス透過性◎
  - ▶ 細胞操作が可能
- ・ 安価・製造が容易
  - ▶ 産業化に期待



# 背景

## □マイクロ流体デバイスへの期待の高まり

危険試薬の微量操作や生体機能の模倣など、応用先は多種多様



## □微量な流れを生み出す駆動源に課題

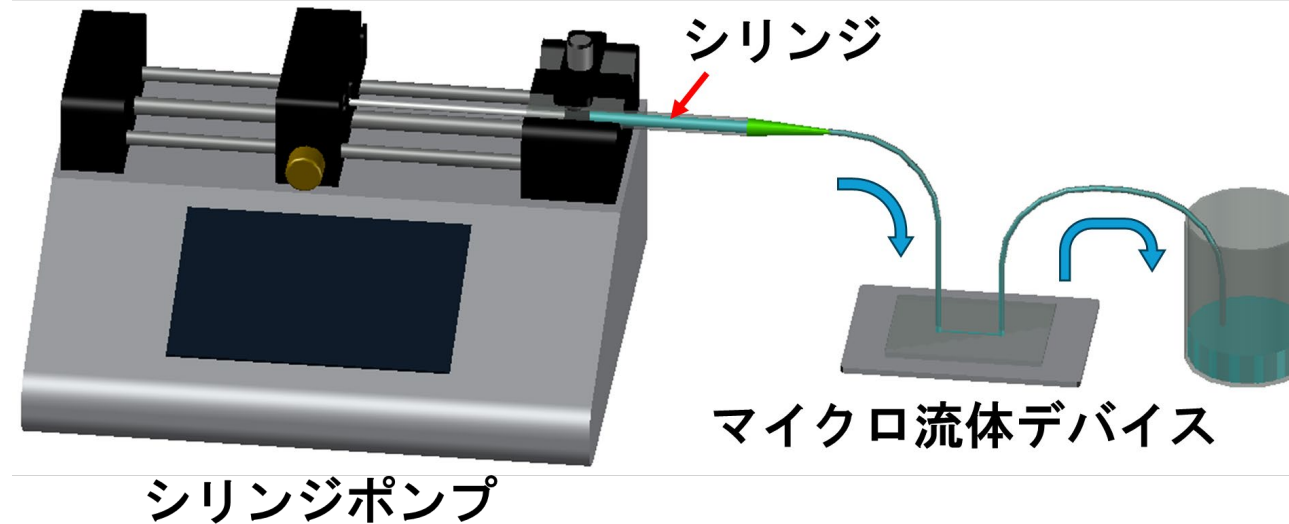
課題…機器構成が複雑  
流量が安定しない など

⇒多くは研究機関での利用にとどまり、産業化に至っていない

# 従来手法

## □現在の主流

微量な液体の操作にはシリンジポンプを利用



- 機械による制御で容易に定流量を実現
- ・ 機器の構成が煩雑
- △ 数 $\mu\text{l}/\text{m}$ 以下の低い流量が実現不可能
  - 流路内での細胞培養など生物分野への適用困難
- ・ 注液可能量がシリンジサイズに限定

# 提案手法

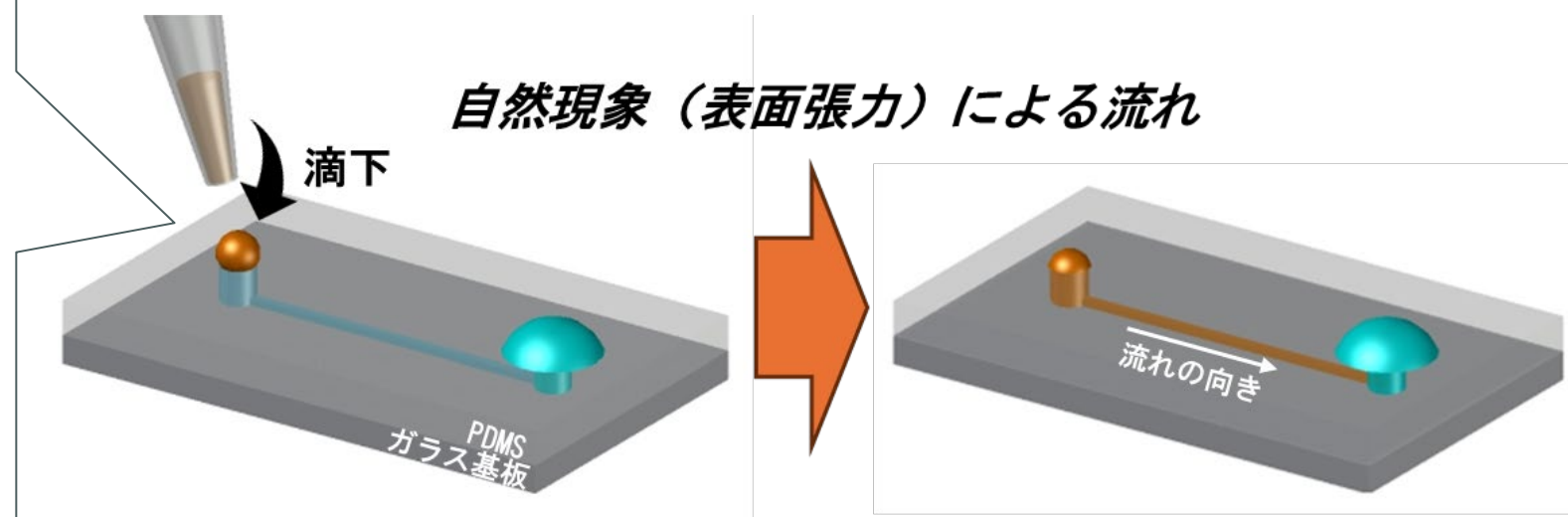
## □表面張力式パッシブポンプ

微細な流れの駆動源として、液滴の表面張力を利用したパッシブポンプに着目

外部機器を利用しないことから  
**システム全体の簡単化**や、**低コスト化**が可能

モータのステップ角やシリンジの摩擦などの機械的な影響を排することによって**低流量でも安定した流れ**が実現

⇒研究者や産業分野からの高い評価を期待



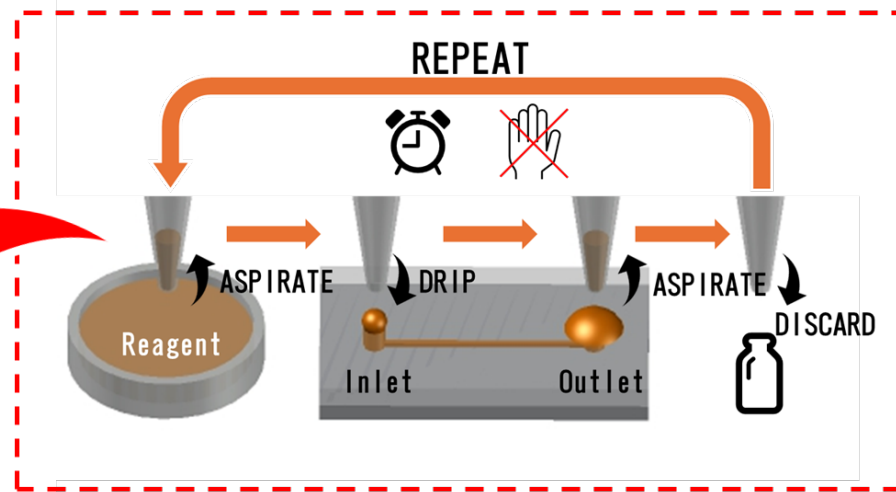
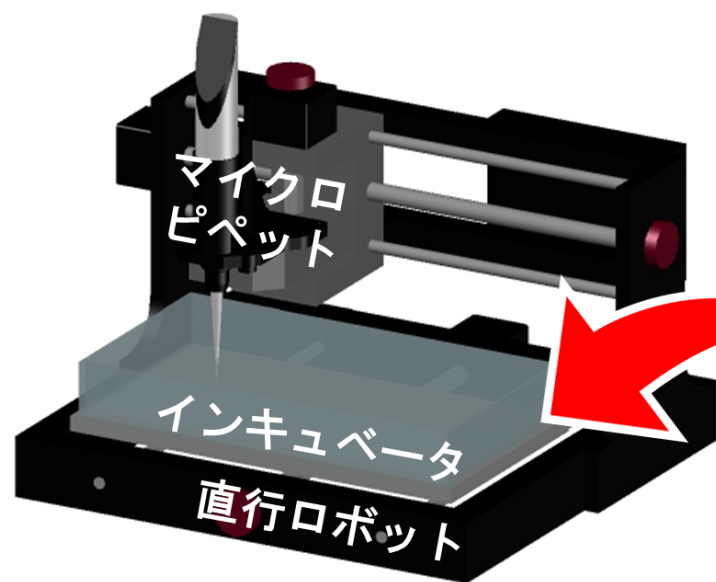
表面張力式ポンプへの試薬注入には  
**断続的な滴下プロセスが必要不可欠**

# 目的

## □微量液体の連続輸送機構

表面張力式ポンプに試薬を自動滴下するシステムを開発

適用例：自動培地交換システム



高精度・高信頼性・シンプルな特徴を持つ直行ロボットをベースとすることで、パッシブポンプに滴下するプロセスに最適化された操作が可能

自動化された連続動作が可能のため、人の手による介入を最小限に抑えたまま長期的な試薬操作にも適合

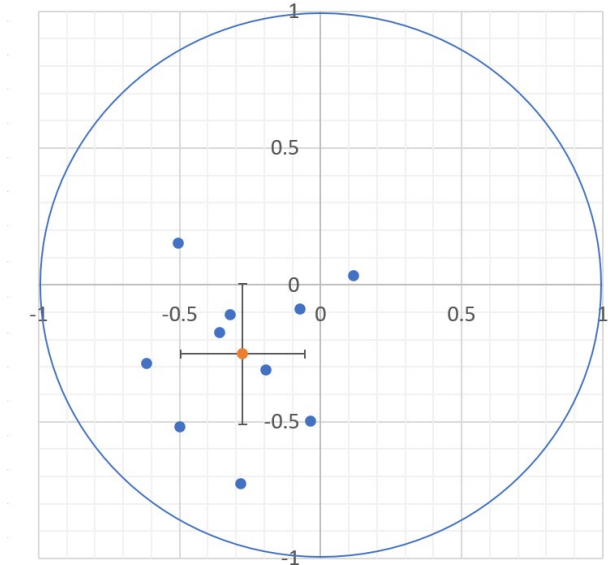
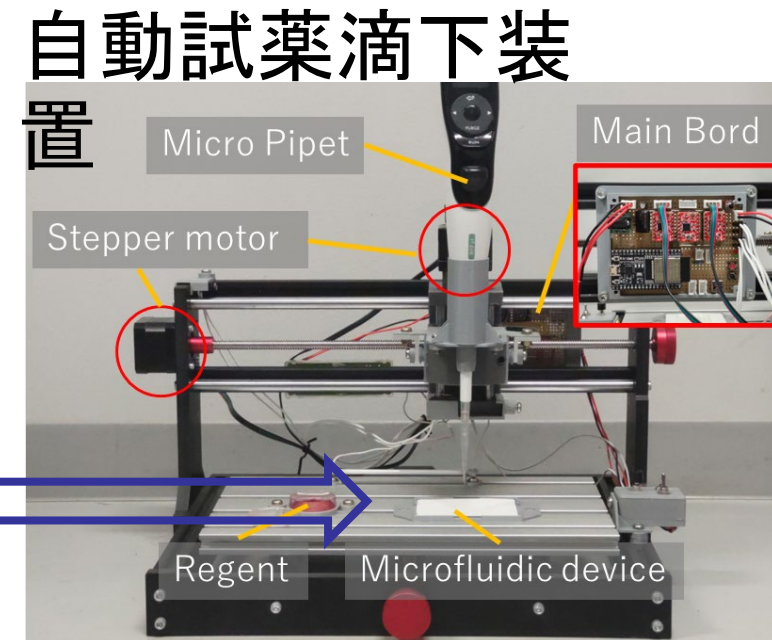
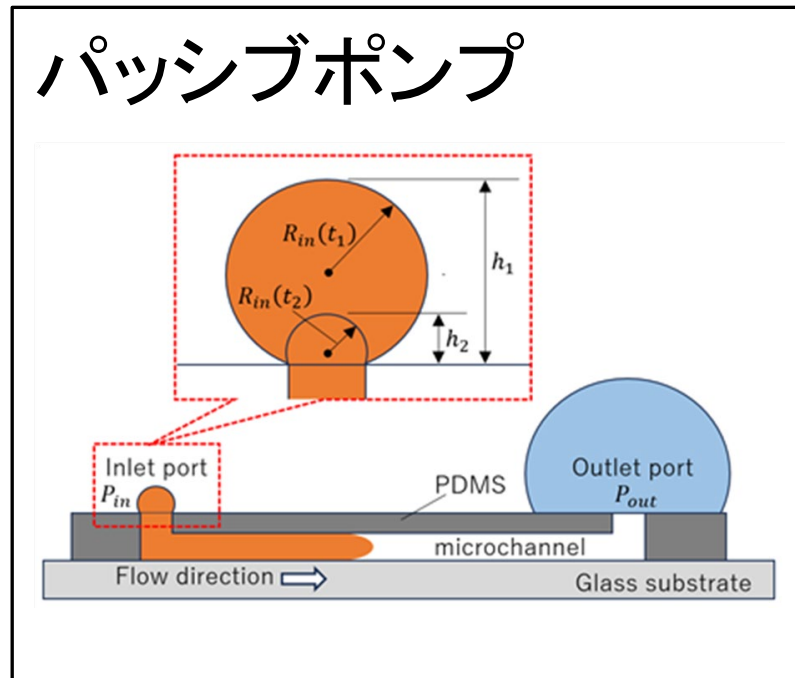
**作業者の負担低減！**  
**ピペット操作精度向上！**



# 開発状況

## ◆ ～2023年まで

- ・ 直行ロボットによる高精度な試薬操作



⇒高い精度を実現

低コストで機器の構成が容易なパッシブ送液法との組み合わせ

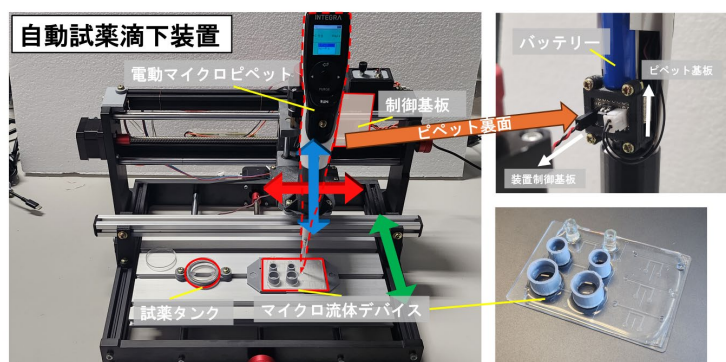
▶ それぞれの利点のかけ合わせが可能

# 開発状況

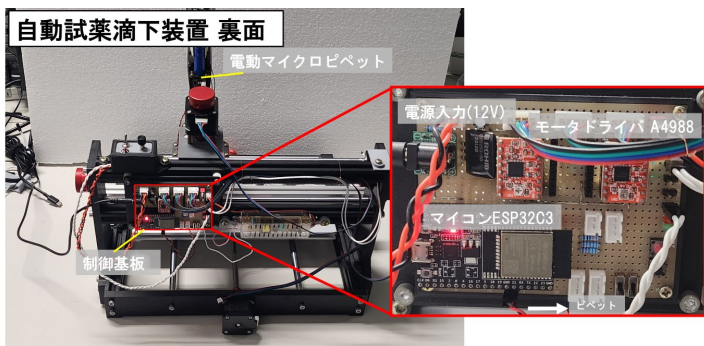
## ◆ ～2024年まで

### ・ 実用的な送液プロセスの開発

#### 装置開発



15



#### 実験

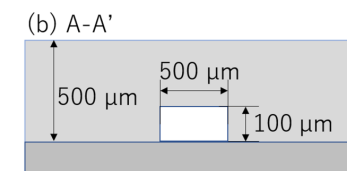
##### ◆ 滴下動作の評価

###### A) 評価デバイスの条件

入出力口：直径2mm  
流路長さ：30mm  
流路深さ：100μm(設計値)  
流路幅：500μm(設計値)

###### B) 評価方法

装置を使用し、流路内の様子を観察  
着色した培養液を使用  
・ 流路内に試薬が存在  
⇒「送液成功」  
比較として使用しない場合も観察



20

#### 結果

##### 流路内の様子(0m～72h)

	0m	30m	1h	2h
滴下あり				
滴下なし				
	3h	8h	24h	72h
滴下あり				
滴下なし				

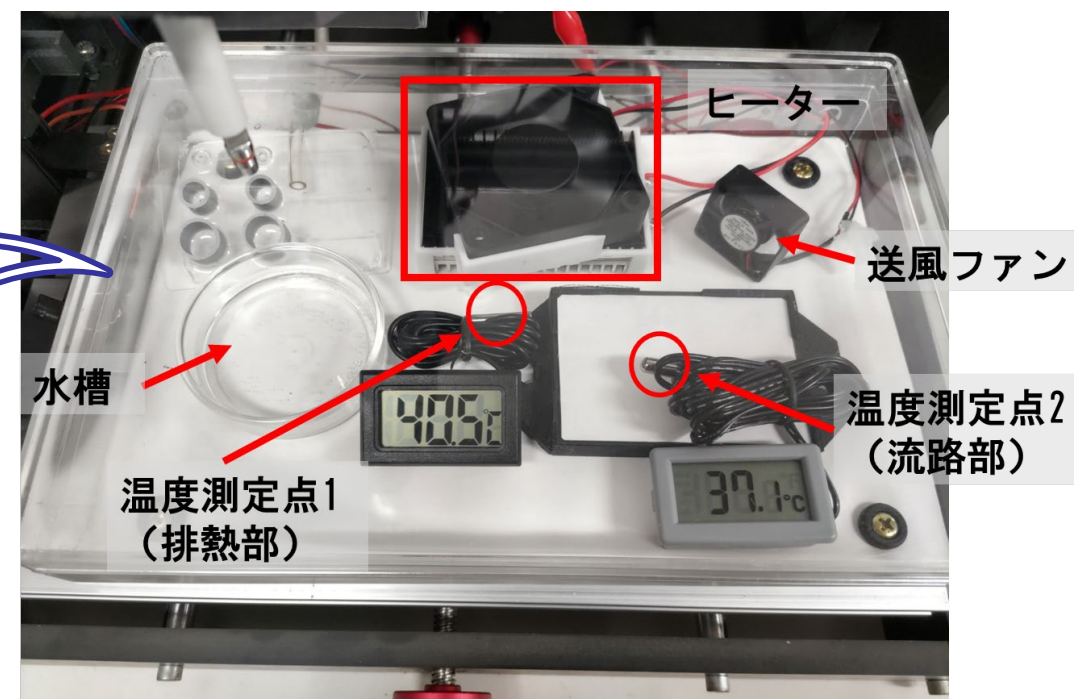
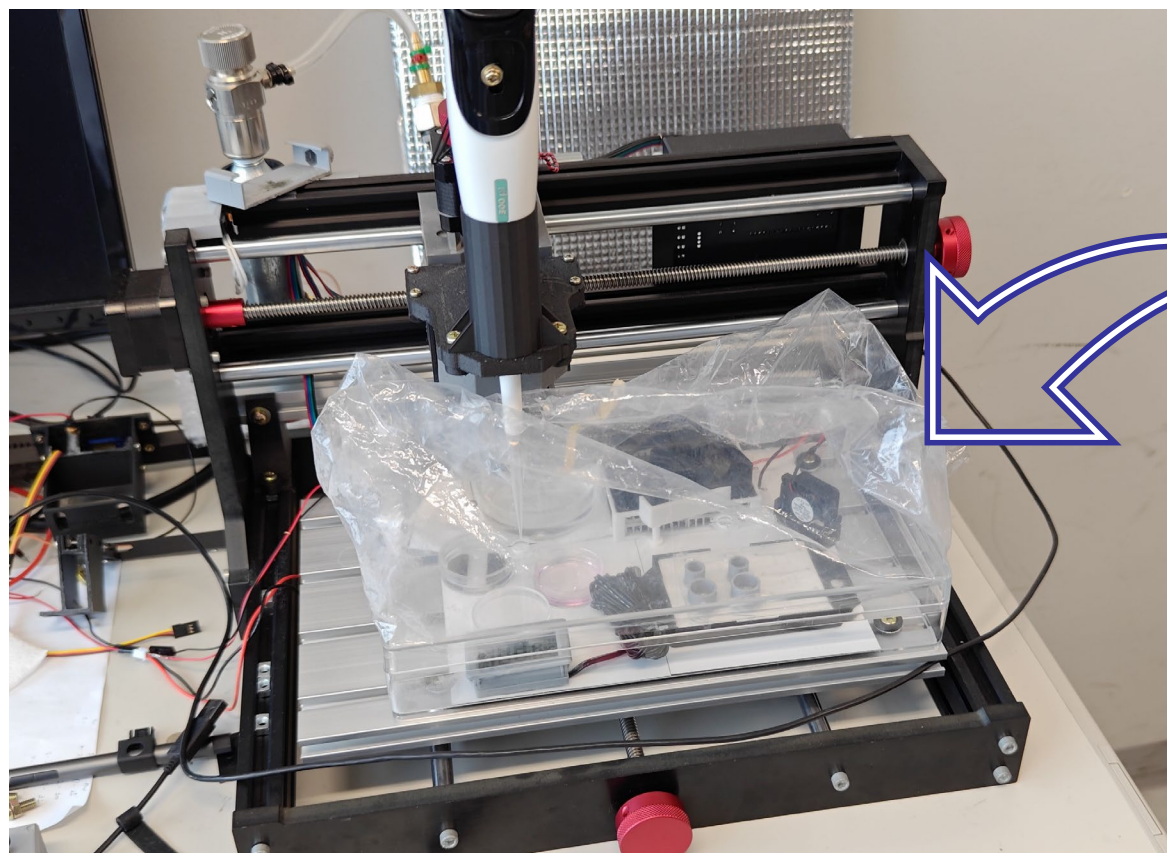
13



# 開発状況

## ◆ ～現在まで

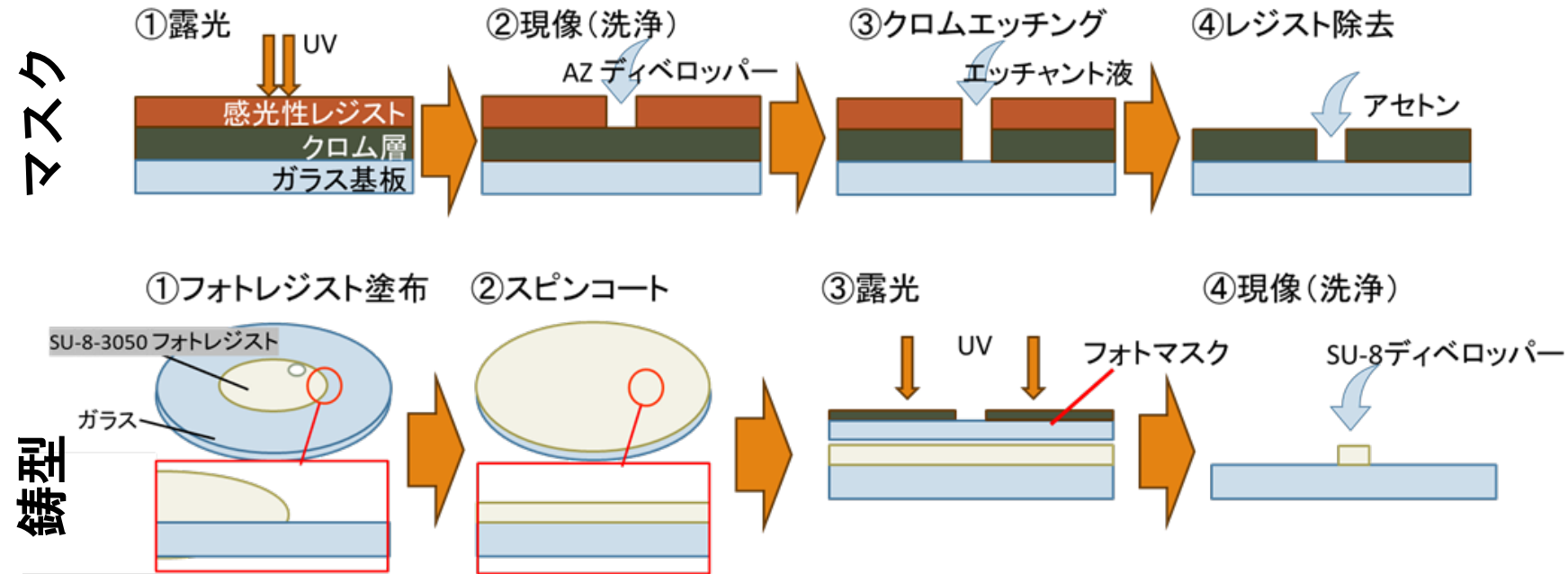
- ・ 培養実験のためのインキュベータを設置



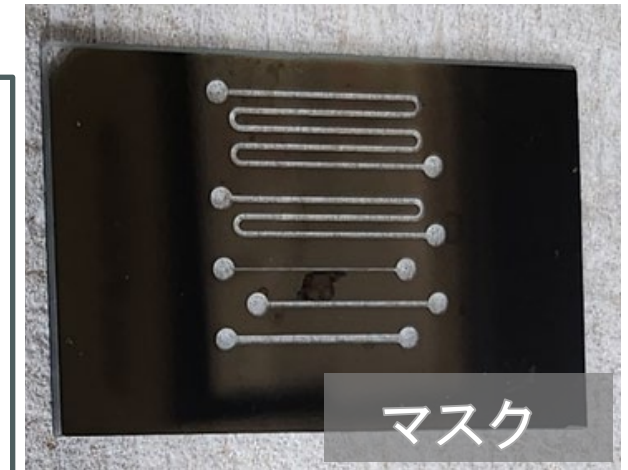
# マイクロ流体デバイスの製作

## ロマスク・鋳型の作成

半導体製造技術(フォトリソグラフィ)を利用



☆スピコートの条件によって流路の厚みが変化

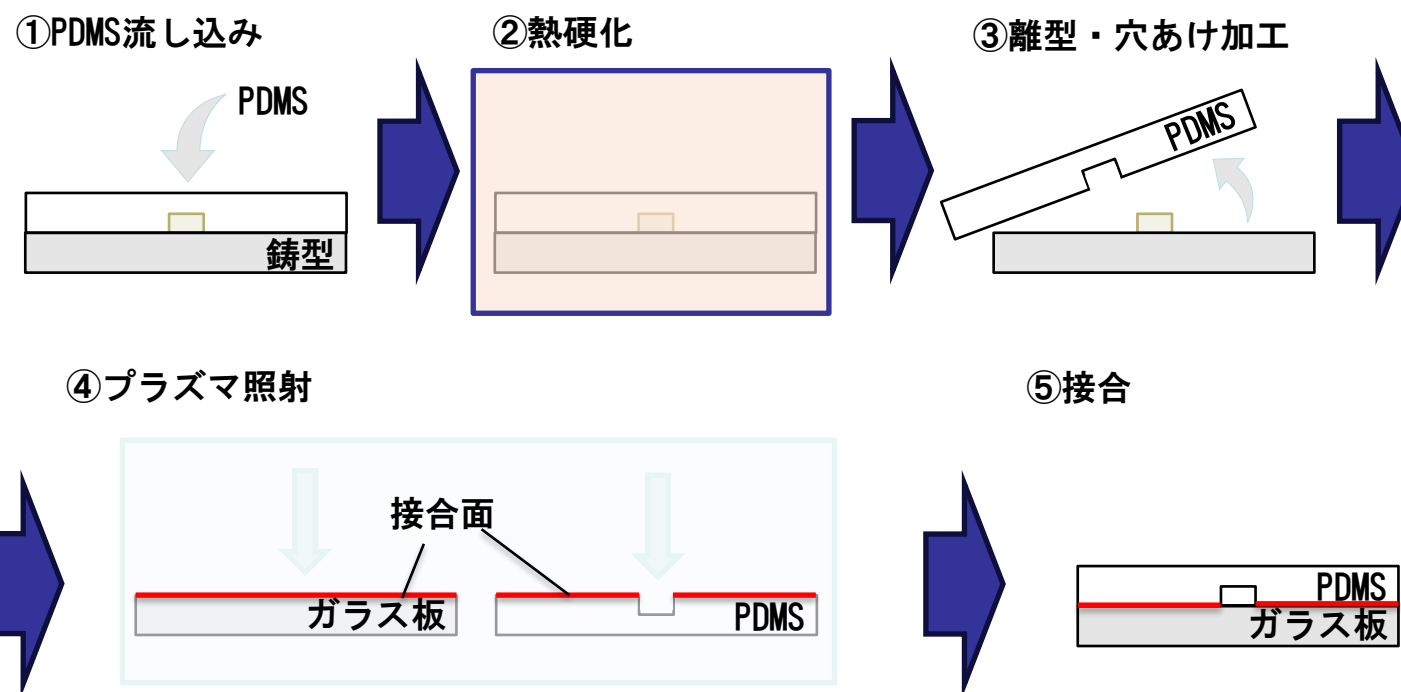


# マイクロ流体デバイスの製作

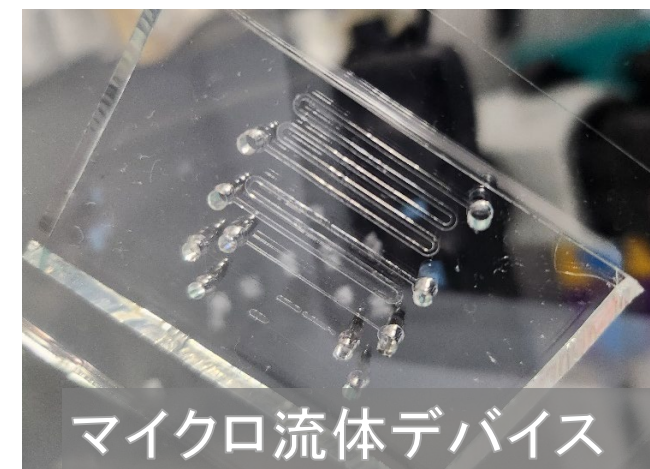
## □ 流路の作成

### PDMSとガラスをプラズマ接合

マイクロ流体デバイス



☆流し込むPDMS量によってPDMS層の厚みが変わる

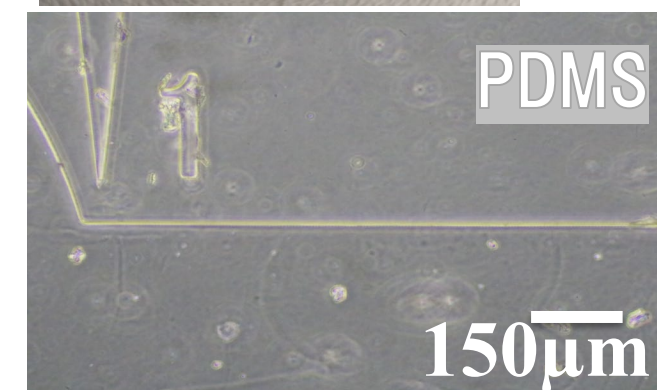
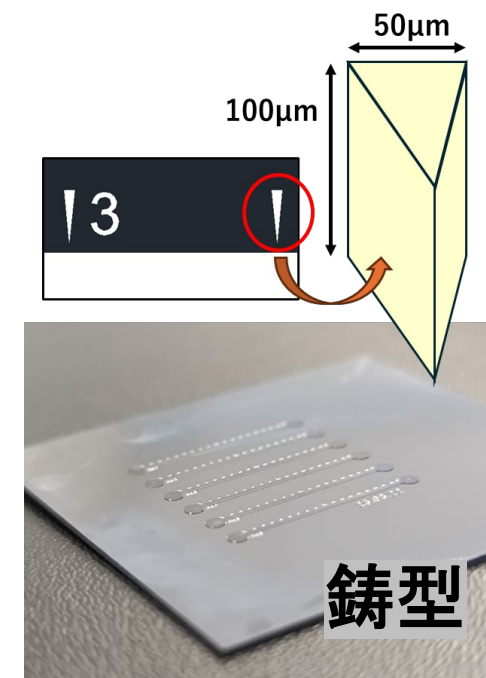
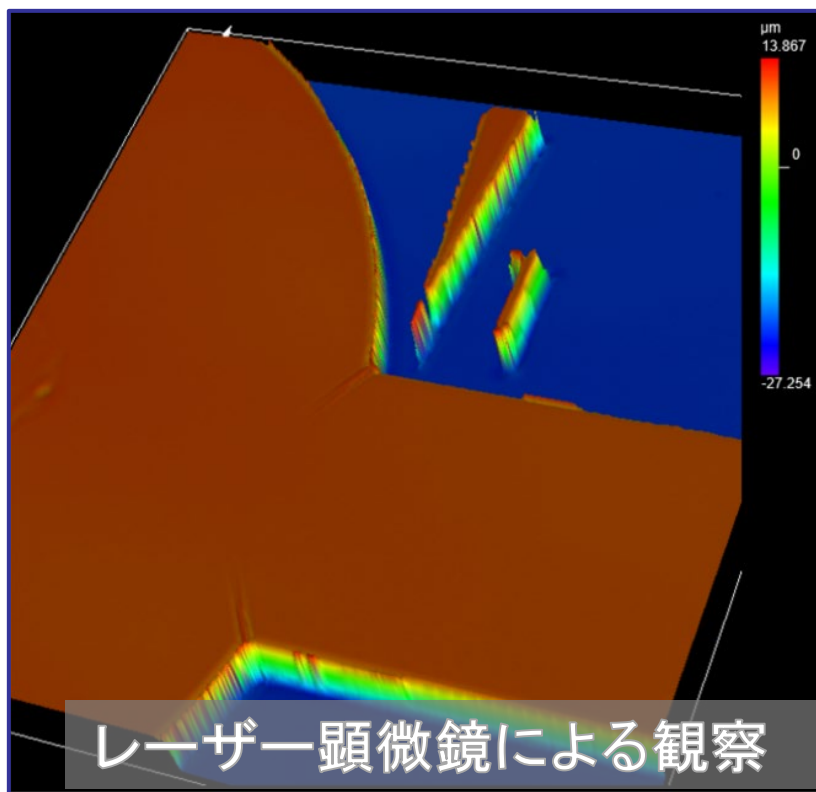
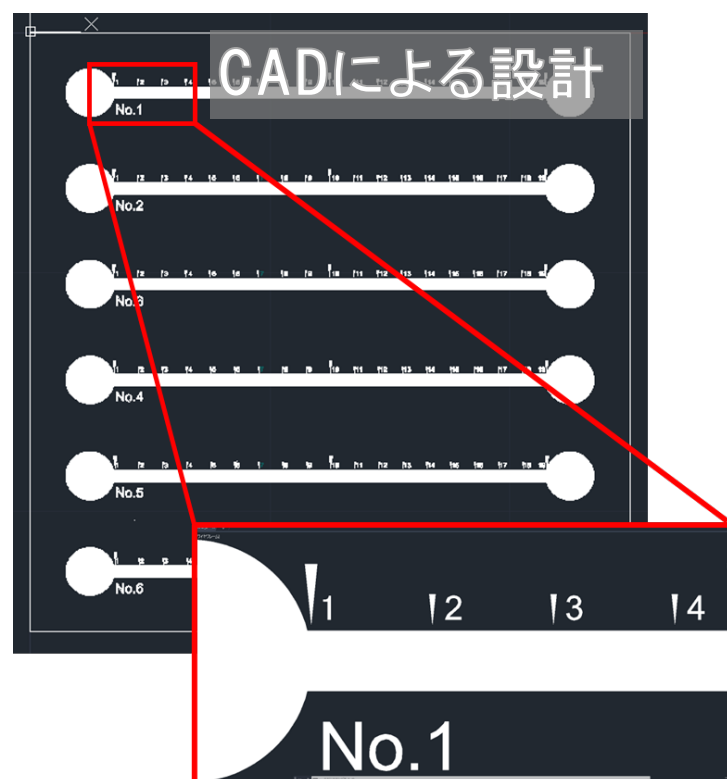




# マイクロ流体デバイスの製作

## □設計-製造

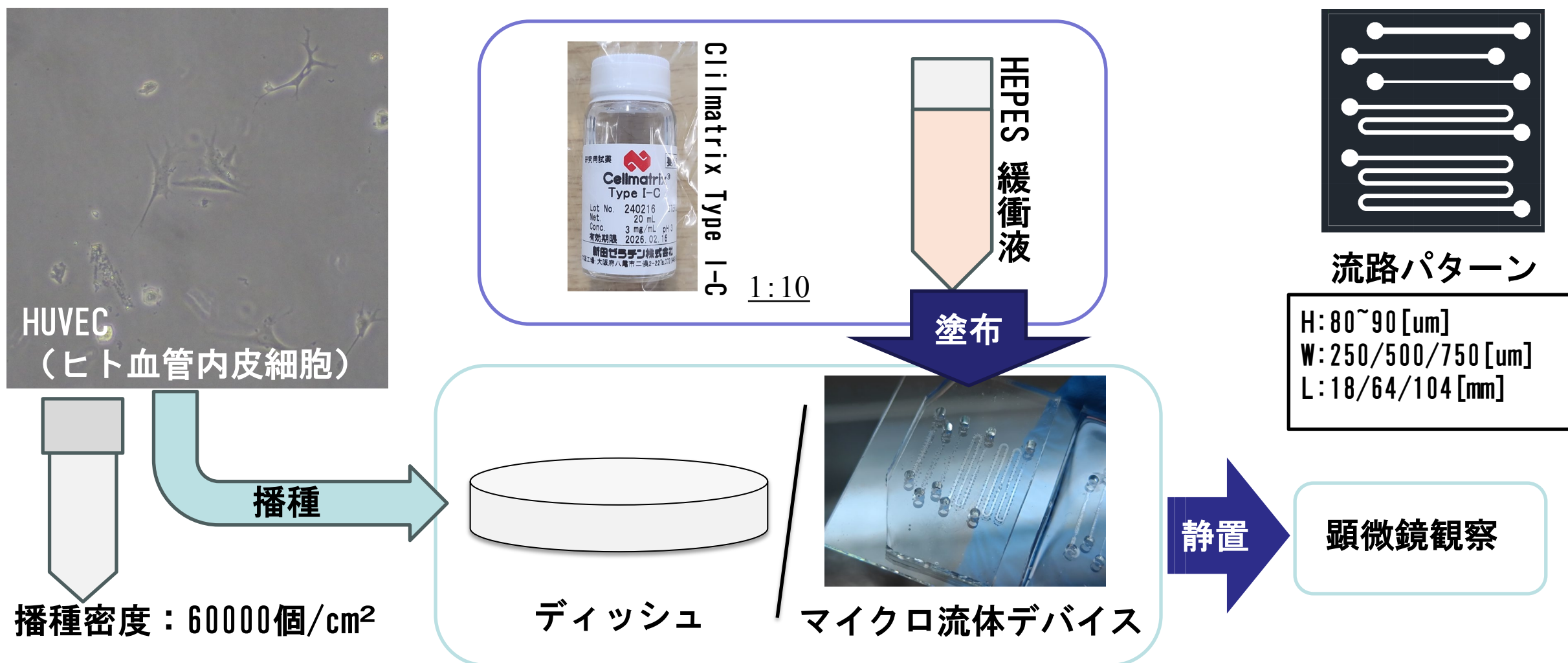
SU8に直接露光することで高アスペクト比構造を実現



# 実験

## □装置の実用例を検証

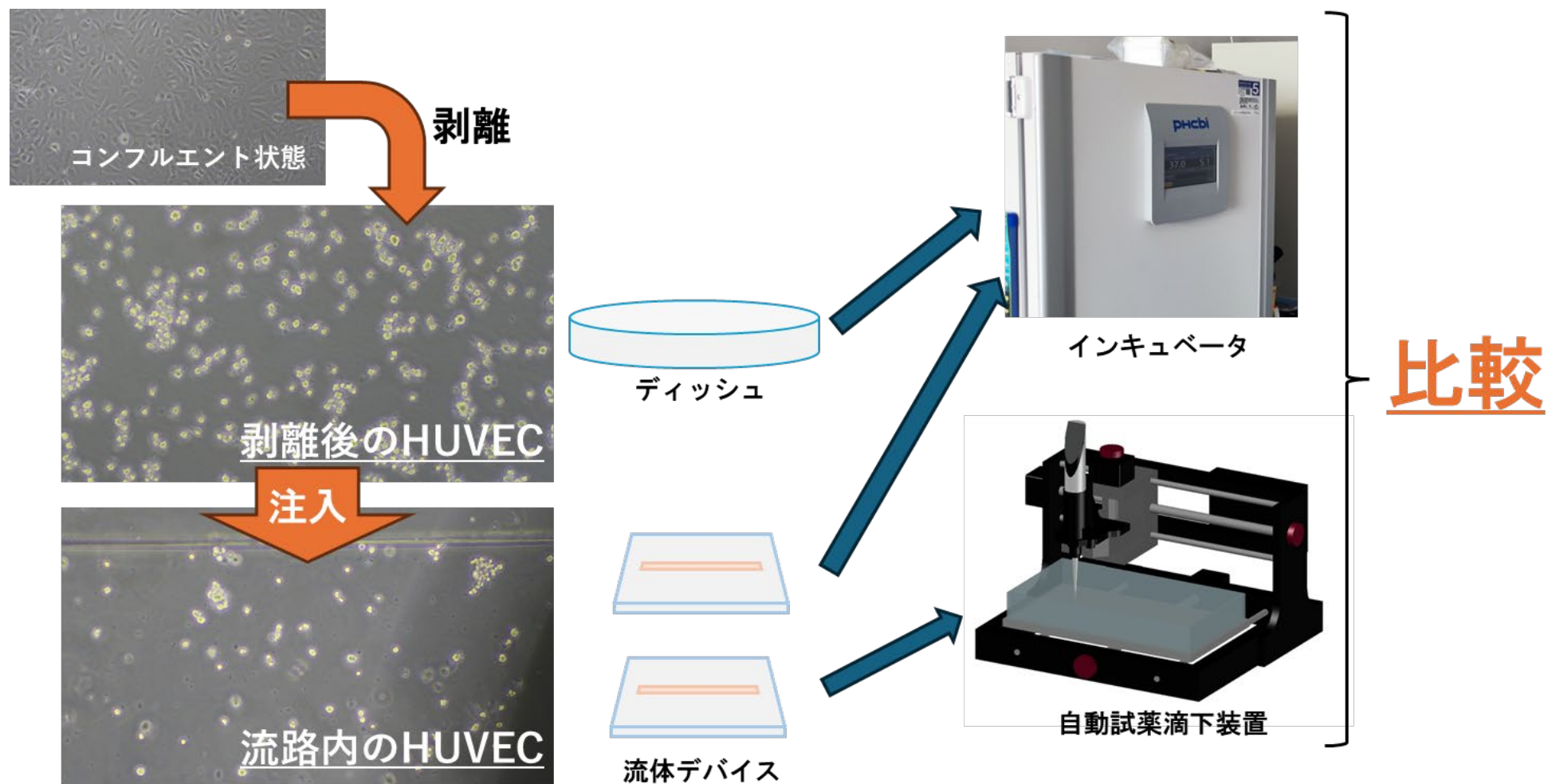
マイクロ流路内の生物材料を用いた実験に適用できることを示す



# 実験

## □手順

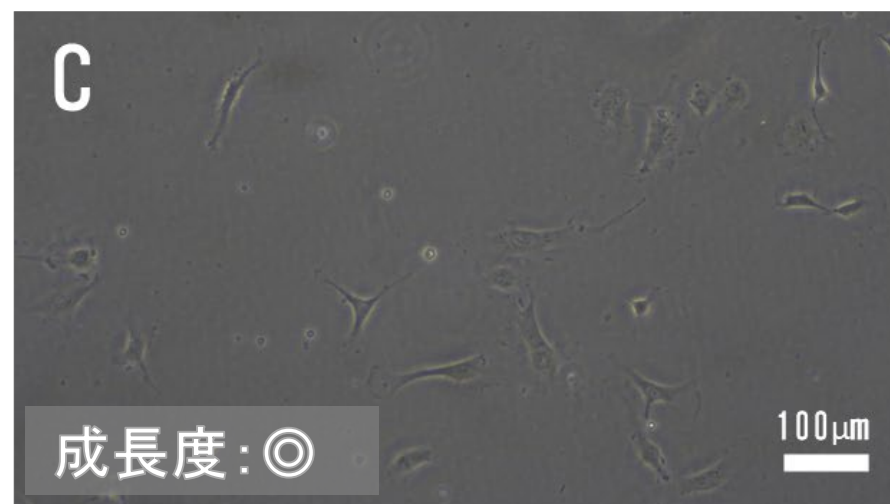
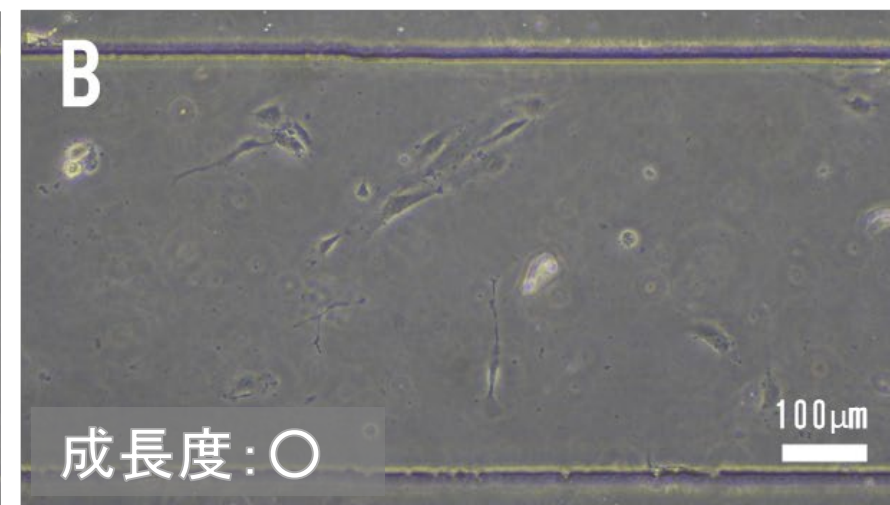
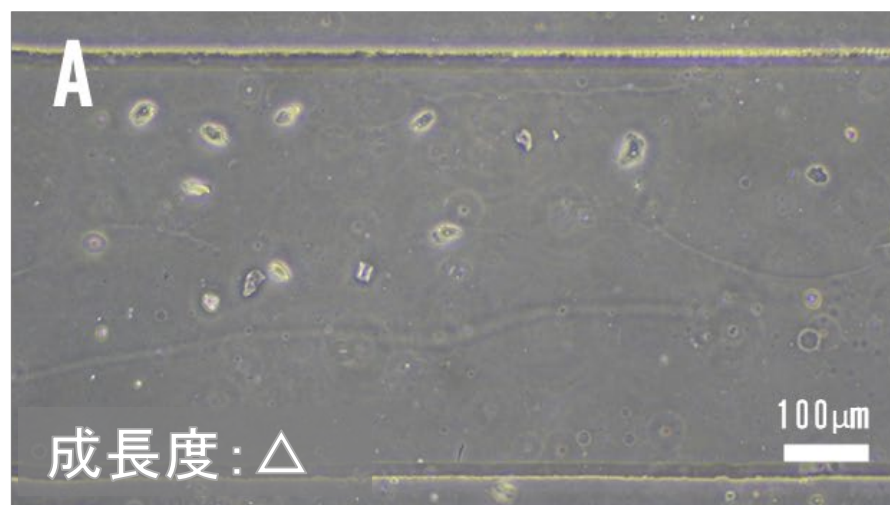
培養デバイス・装置の組み合わせを3種用意し、比較・検証





# 実験

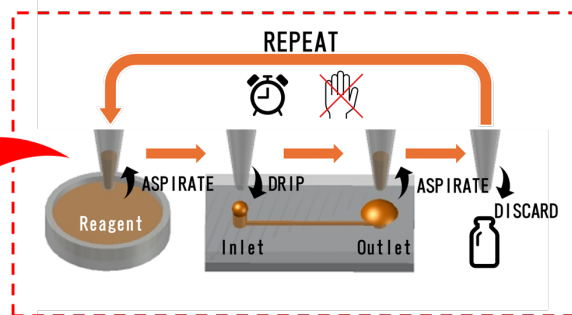
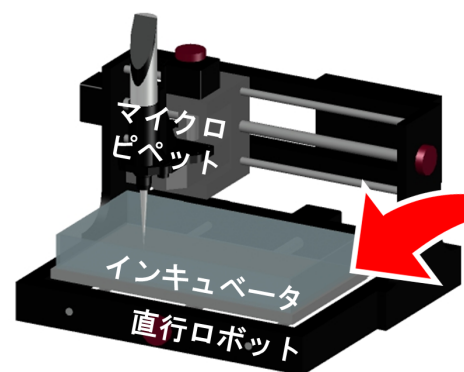
## □各条件で成長を確認



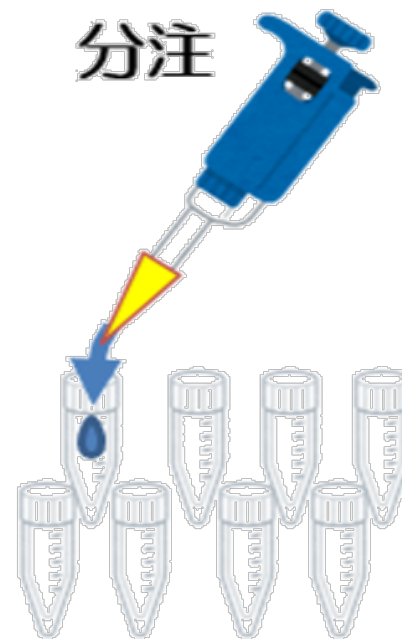
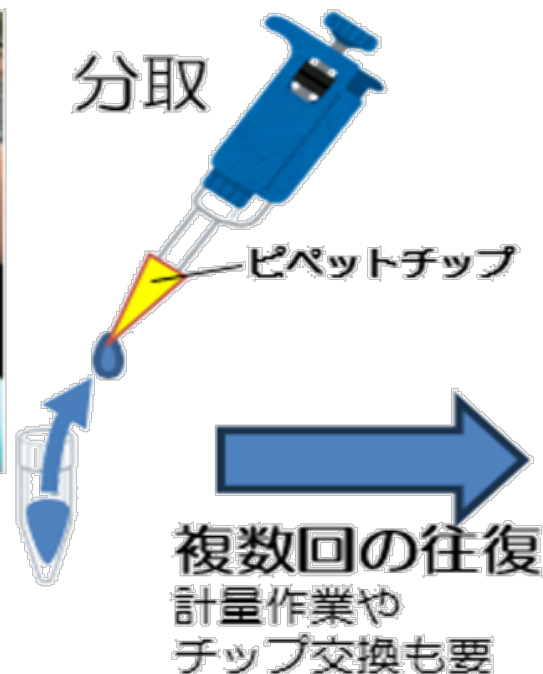
- A) 流路・装置
- B) 流路・インキュベータ
- C) ディッシュ・インキュベータ

播種細胞: HUVEC (P4→P5)  
播種密度: 約 $1.5 \times 10^6$  cells/ml

# ピペット向けアタッチメント



既存技術



本発明

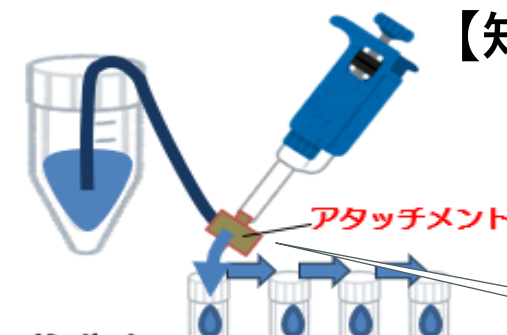


滴下装置に取り付けるシリコーン樹脂チップ

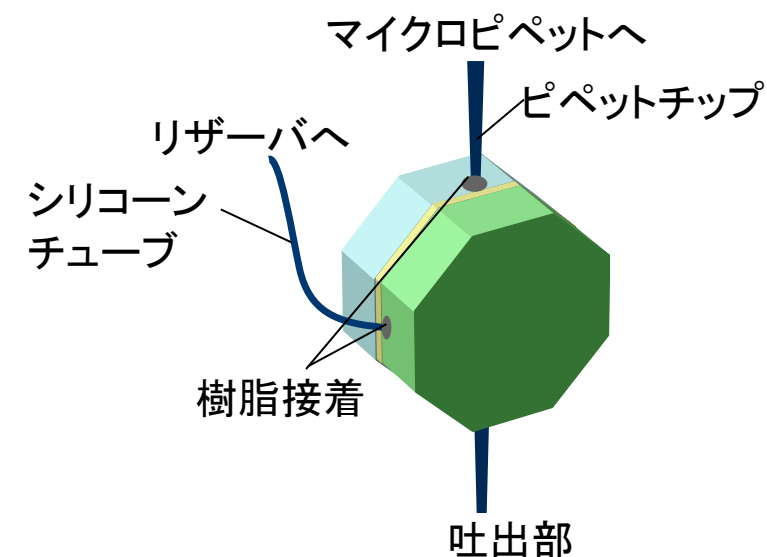
# ピペット向けアタッチメント

◆ コンパクトで堅牢な自動分注装置と、数 $\mu\text{L}$ ～数 $\text{mL}$ の液滴を連続分注できるシリコン樹脂チップ  
小型で大量生産が可能な上に、故障対応を念頭に機構を単純かつ堅牢にしている。扱う試薬類が使い捨てチップ内部にしか入らないため、汚染範囲が限定され、従来の装置の様な洗浄工程も必要としない。

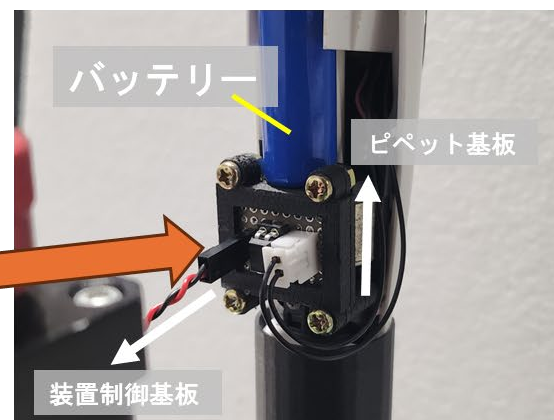
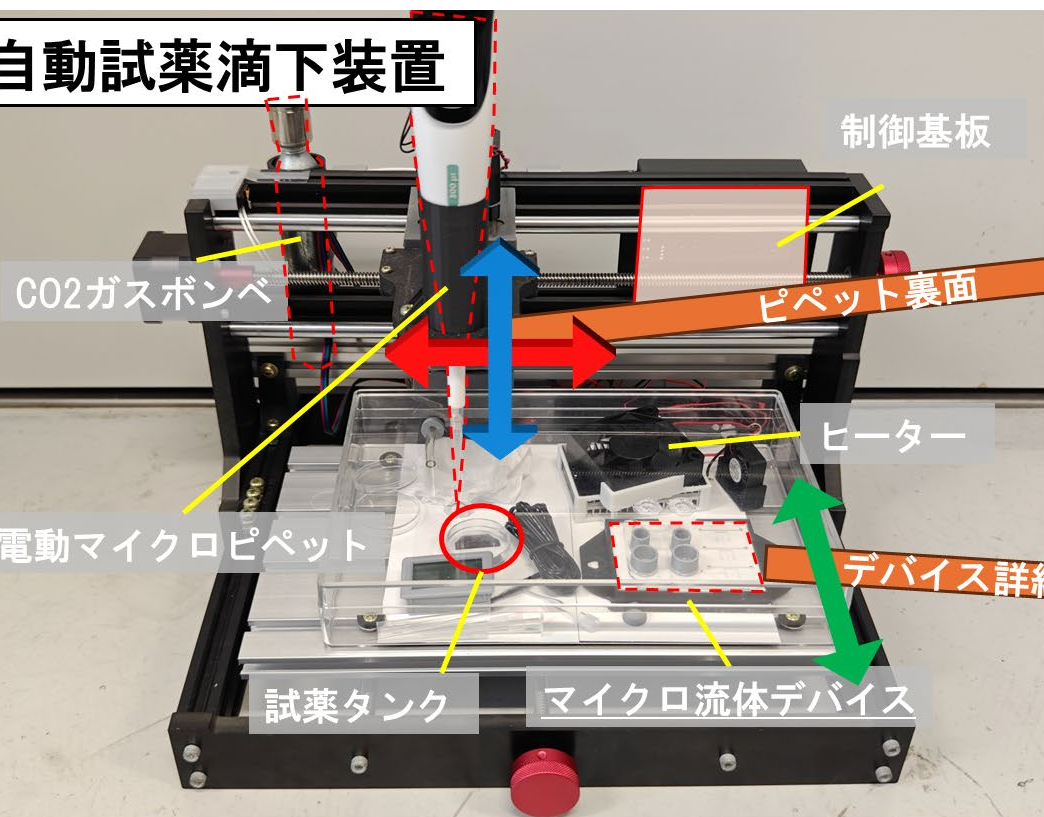
【知財技術】



先の作業や  
チップ交換



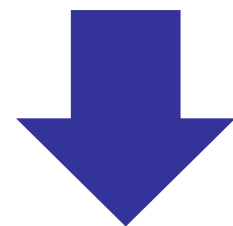
## 自動試薬滴下装置



デバイス詳細

## 企業への期待

創薬、医療、食品などの様々な業種で少量多種類の試薬を扱う用途に利用できる。  
特に、毒性の強い検査薬や病原菌を扱う作業現場での自動化に最適である。



- 大学・企業間での協力による  
実際のアプリケーションによる実証・評価



## 本技術に関する知的財産権

- 発明の名称 : ピペット向けアタッチメント
- 出願番号 : 特願2024-131236
- 出願人 : 学校法人東京電機大学
- 発明者 : 茂木 克雄

# お問い合わせ先

東京電機大学

研究推進社会連携センター 産官学連携担当

T E L 03-5284-5225

e-mail [crc@jim.dendai.ac.jp](mailto:crc@jim.dendai.ac.jp)