

# 双腕マイクロアームの高精度な非接触操作



○萩原 将也<sup>1</sup>, 川原 知洋<sup>1</sup>, 冯 林<sup>2</sup>, 山西 陽子<sup>3</sup>, 新井 史人<sup>1</sup>  
 1 名古屋大学大学院工学研究科, 2 東北大学大学院工学研究科, 3 JST さきがけ

マイクロ流体チップ内で小型ロボットを高出力・高速・高精度に制御するには？

## 研究背景

### 従来の細胞操作

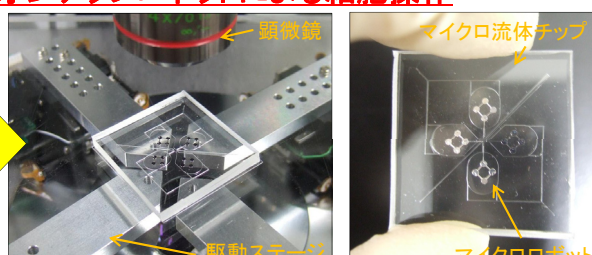


マニピュレータによるマニュアル作業

#### PROBLEMS:

1. 再現性
2. コンタミ
3. 成功率
4. 生産性
5. 作業技術力

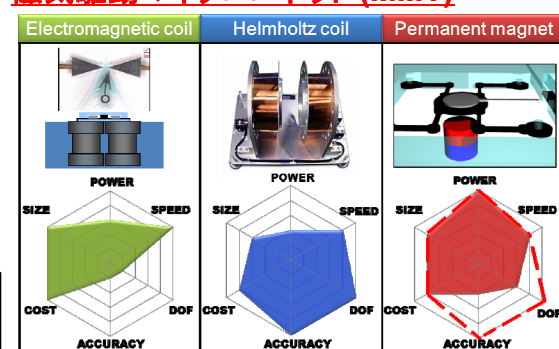
### オンチップロボットによる細胞操作



#### Advantages of the on-chip robot

- 小型化可能 → 高速化・低価格化
- 閉空間作業可能 → コンタミ防止
- 自動化可能 → 再現性・成功率・処理能力向上

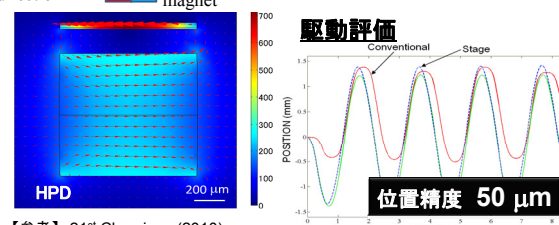
### 磁気駆動マイクロロボット (MMT)



#### 駆動方式



#### 多自由度化



【参考】 21st Cheminas (2010)  
 14th Micro TAS (2010)

細胞サイズ (数μm~) に対して十分でない

#### 研究目的

永久磁石駆動における最大の利点である、高出力を保ちながらμmオーダーの位置決めを達成するマイクロロボットの開発を行う

## 超音波振動

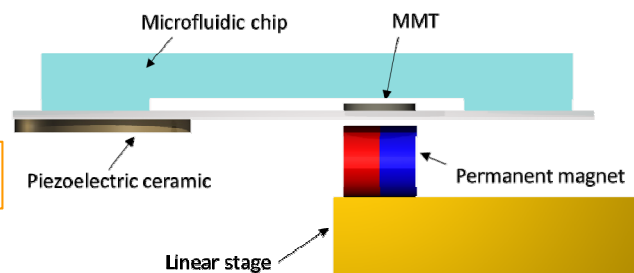
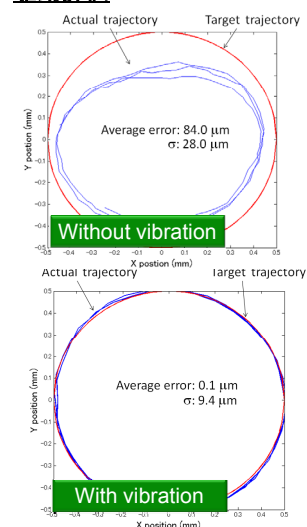
### 超音波振動による摩擦低減

圧電セラミックスによる超音波振動をマイクロ流体チップに加える

MMTにかかるみかけの摩擦力低減  
 摩擦低減率:

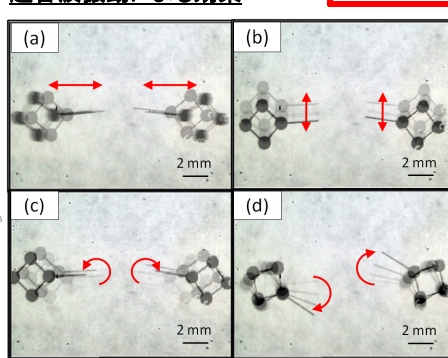
$$\tau = \frac{F_0}{F_a} = \frac{\pi}{2 \sin^{-1} \frac{V_s}{a\omega}} \approx \frac{\pi a\omega}{2 V_s}$$

#### 駆動評価

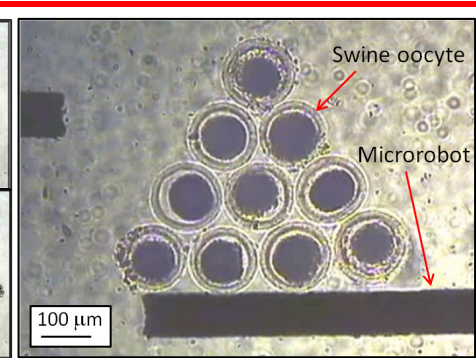


【参考】 特願2010-247910

#### 超音波振動による効果



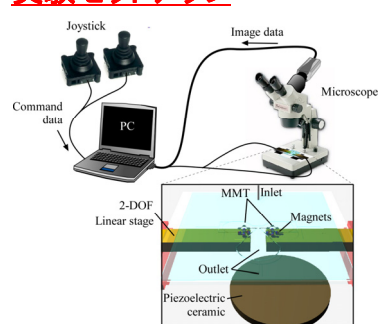
3自由度におけるロボット高速動作



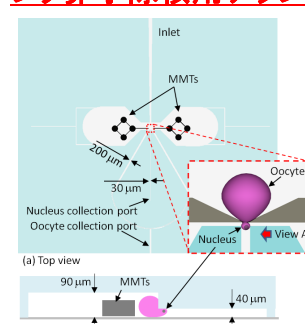
細胞の精密操作が可能

## マイクロロボットによるブタ卵子除核作業

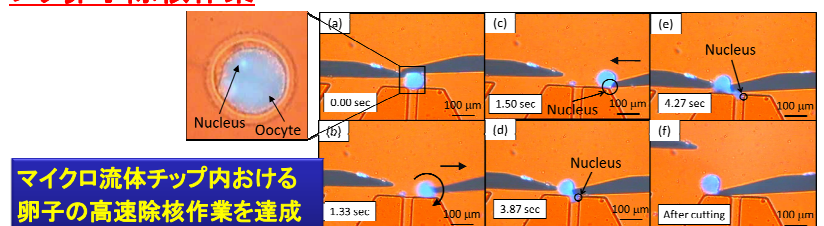
### 実験セットアップ



### ブタ卵子除核用チップ



### ブタ卵子除核作業



マイクロ流体チップ内における  
 卵子的高速除核作業を達成

#### 結論

- ・水平磁極駆動および超音波振動による摩擦低減により、永久磁石駆動の位置精度を従来より飛躍的に向上させ、最大1.1mmの位置決め精度を達成
- ・高精度マイクロロボットにより細胞の精密操作を高速に達成可能

【参考文献】 M. Hagiwara, T. Kawahara, Y. Yamanishi, F. Arai, "Driving method of microtool by horizontally arranged permanent magnets for single cell manipulation", 97, 013701, Applied Physics Letters, 2010

萩原将也、川原知洋、冯林、山西陽子、新井史人、"双腕マイクロアームの高精度な非接触操作", 第22回化学とマイクロナノシステム研究会, p. 26, 2010

【謝辞】 本研究はJST-SENTAN及び、名古屋大学グローバルCOEプログラム「マイクロ・ナノメカトロニクス教育研究拠点」の助成を得て行われたものである

