

# Magnetically Driven Robot-on-a-chip (MDRoC) —Part 1: On-chip Particle Manipulations using 2DOF MMT—

OYoko YAMANISHI, Shinya SAKUMA, Yuki Kihara, Fumihito ARAI,  
Department of Bioengineering and Robotics, Tohoku University

## 磁気駆動マイクロツールの2自由度駆動に成功した. その方法とは？

### Abstract:

We proposed a two-degree-of-freedom magnetically driven microtool (2DOF-MMT) which can directly manipulate cells on a chip with high accuracy. The displacement was in the range of 400-600  $\mu\text{m}$  in x-direction and 250-400  $\mu\text{m}$  in y-direction, and the hybrid 2DOF-MMT which contain the Nickel plate show far larger displacement (30% in x-direction and 60% in y-direction). The 2DOF-MMT has potential to be used as micro-nano-robot on a chip which can be defined as **Magnetically Driven Robot-on-a-Chip (MDRoC)**.

### Background:

#### ●On-chip Robotics オンチップロボット工学 Robot-on-a-Chip (ロボットオンチップ: 略称ロボチップ)

単一細胞レベルでの各種計測・分析・クローニング・解剖操作を目的とし、細胞ソーティングなどの微細作業を行うためのマイクロ・ナノロボットを搭載したマイクロ流体チップをロボチップと呼ぶ

#### Cell Manipulation

Manipulators around the microscope

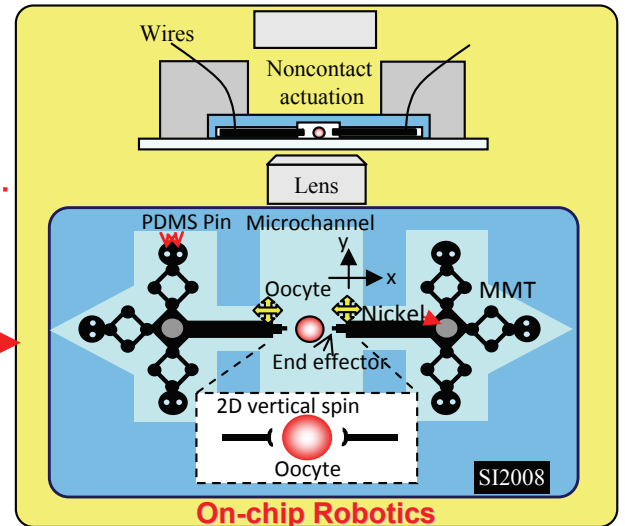


PROBLEMS

- 1.Repeatability
- 2.Contamination
- 3.Success rate

For Good Compatibility  
with  $\mu$ -TAS

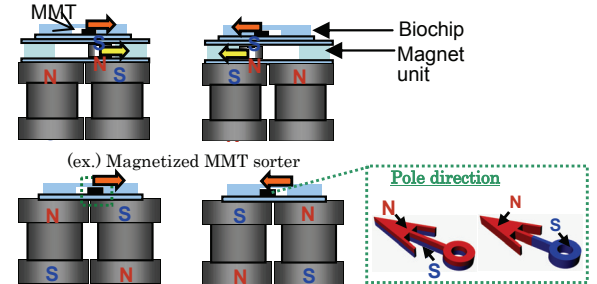
1. High speed
2. High accuracy
3. Local environmental control
4. Small disturbance
5. Disposable



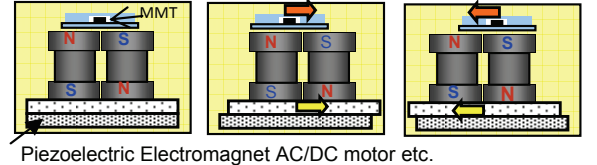
### Classifications of MMT :

| 分類                      | 特徴                                                                    |
|-------------------------|-----------------------------------------------------------------------|
| <b>A. 磁場制御方式による分類</b>   |                                                                       |
| 1. 電磁石固定型               | 電磁石の制御により、磁極もしくは磁界を制御する。                                              |
| 1.1 磁極切替型               | ON/OFF的                                                               |
| 1.2 磁界分布型               | 連続的                                                                   |
| 2. 電磁石移動型               | 電磁石の位置をアクチュエータにより制御し、磁極もしくは磁界を制御する。アクチュエータタイプ (圧電, AC/DCモータ など)       |
| 3. 永久磁石移動型              | 永久磁石の位置をアクチュエータにより制御し、磁極もしくは磁界を制御する。アクチュエータタイプ (圧電, 電磁石, AC/DCモータ など) |
| <b>B. MMTの磁気特性による分類</b> |                                                                       |
| 1. VR型                  | 高透磁率材料を利用する。                                                          |
| 2. PM型                  | 永久磁石を利用する。                                                            |
| <b>C. 自由度による分類</b>      |                                                                       |
| 1DOF 並進                 | x (y) 並進                                                              |
| 1DOF 回転                 | 連続, ステップ                                                              |
| 2DOF xy並進, 並進+回転        | 連続, xy並進, ステップ                                                        |
| 多自由度                    | xyz並進 など                                                              |

#### 1. 電磁石固定型

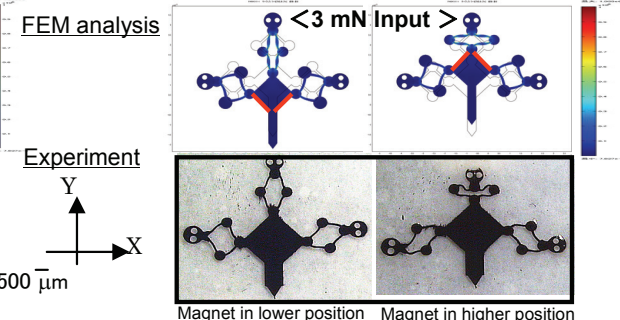
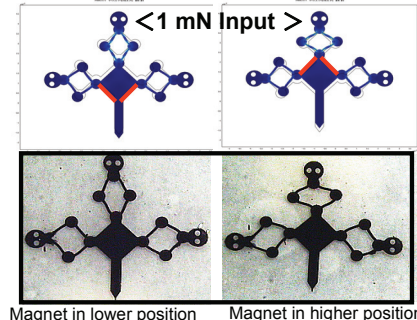
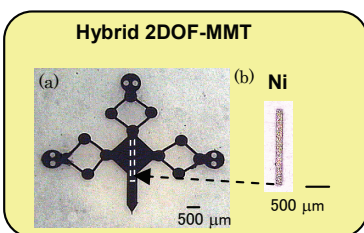


#### 2. 電磁石移動型



### Experiment & Analysis :

#### Fabricated 2DOF-MMT



### Conclusion :

- ・2自由度磁気駆動マイクロツール(2DOF-MMT)の製作と駆動に成功した。
- ・MMTの弾性と磁性を最大限に発揮させるために、めっきにより製作したニッケル薄板をMMT内に挿入してハイブリット化することで大きな変位を得る事に成功した。
- ・ニッケル薄板を入れることによって、2DOF-MMTの変位はX方向に約30%, Y方向に約60%の大きくなることを確認した。

### References :

Y. Yamanishi, S. Sakuma, Y. Kihara, F. Arai, "Magnetically Driven Robot-on-a-chip (MDRoC) —Part 1: On-chip Particle Manipulations using 2DOF MMT —", Proc. 2009 JSME Conf. on Robotics and Mechatronics (ROBOMECH2009), 2A2-L03, Fukuoka, 2009.