

マイクロ粒子の回転モーター・リニアモーター:一定電圧下での自発運動の生成

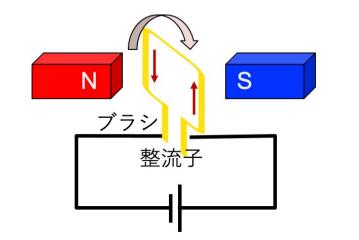
東京工業大学 情報理工学院 情報工学系 准教授 瀧ノ上 正浩

2022年2月17日



従来技術とその問題点1

- 通常サイズの直流型(DC)モータ
 - コイルに流れる電流の向きを「慣性」を利用してスイッチング
- 通常サイズの送液システム
- スケールダウンすると、粘性・摩擦が支配的となるため、適用が難しくなる
- ・電気や化学反応を使った、新しい動作原理による自律駆動系が必要

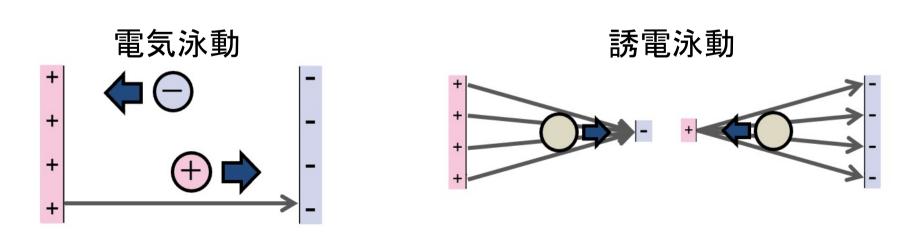






従来技術とその問題点2

- 従来からあるマイクロ物体を動かす技術
 - 電気泳動: 正(負)に帯電した物体が陽(陰)極の方へ
 - 誘電泳動:誘電率の大きい物体が電場の集中した方へ
- 誘電泳動や電気泳動だけでは、直線以外の複雑な動きを作り出すことが難しい



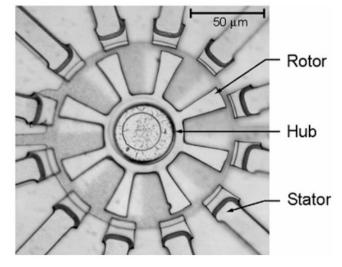


従来技術とその問題点3

精密機械工学(MEMS)を利用した回転マイクロモータの例はあるが、複雑な動きを出すために、

- ・非常に込み入った配線が必要
- 正確なスイッチングが必要
- 摩擦抵抗が防げない (車軸での摩擦抵抗)
- ・技術的に利用し難い

MEMSを利用した マイクロモータの例



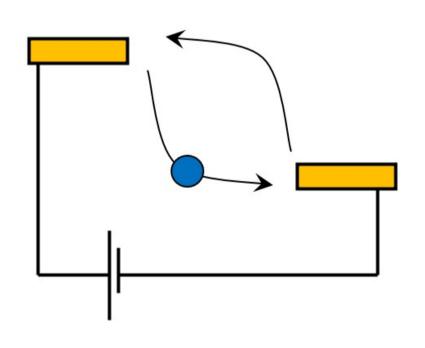
Şenel et al., 5th Int. Adv. Tech. Sympo. 2009



新技術の特徴・従来技術との比較1

- ・ 定電場をかけてマイクロサイズの誘電体に 力学的な運動を発生させる技術の開発に成功
- ・従来技術の問題点であった、
 - 非常に込み入った配線
 - スイッチング
 - 軸での接触による摩擦

を無くすことに成功

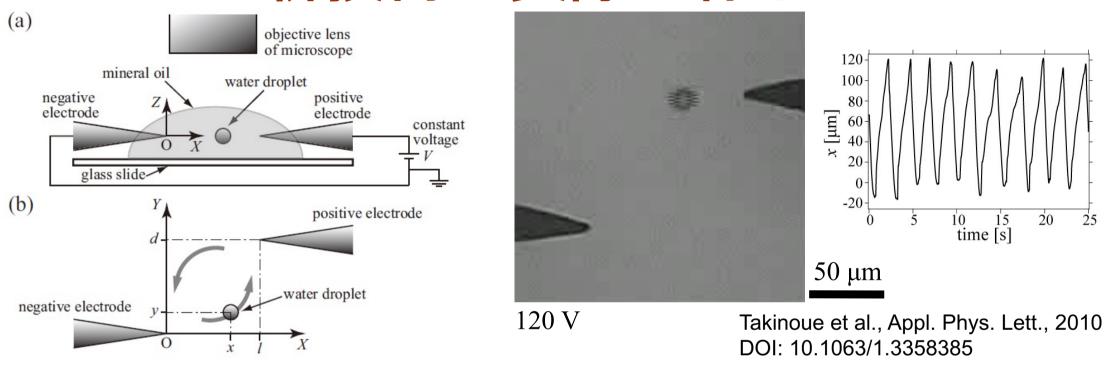




新技術の特徴・従来技術との比較2

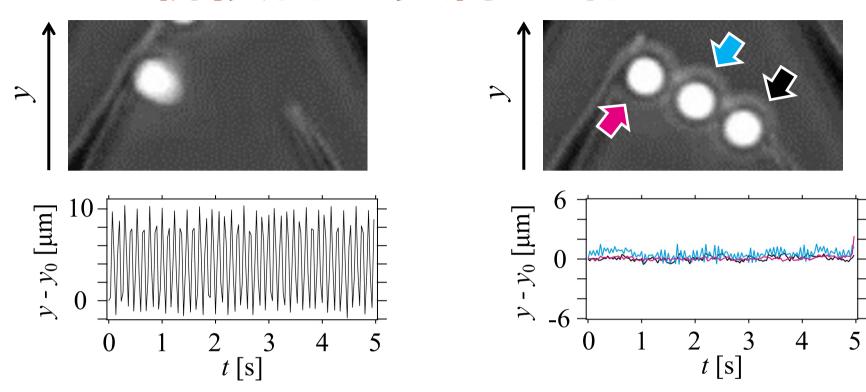
- 回転モーターライクな運動が可能
- 交流電場ではないのに、振動性・周期性のある 運動が発生させられる
- 電場の強さ、電極の空間的配置により、運動のルート・速度を変えられる
- 非接触で物体を輸送できる





- 回転運動が可能
- スイッチングも必要なく、交流電場ではないのに、 振動・周期運動が発生
- 非接触で物体を回転できる: 摩擦軽減

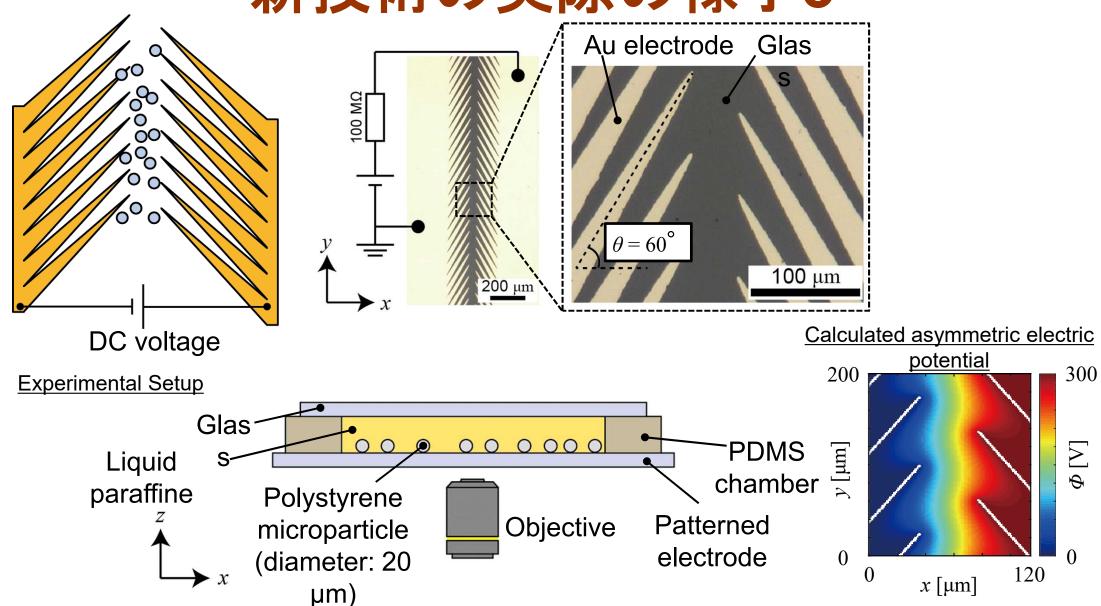




Hayakawa et al., Adv. Intell. Syst., 2020 DOI: 10.1002/aisy.202000031

- ・その他の実施例
 - 回転•振動
 - トラッピング・スタッキング

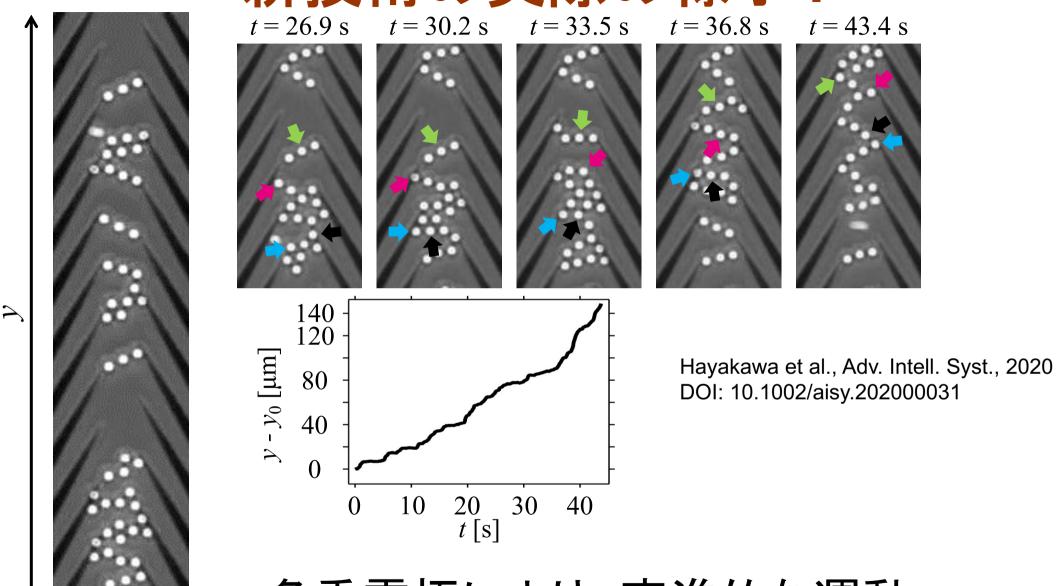




・セットアップ

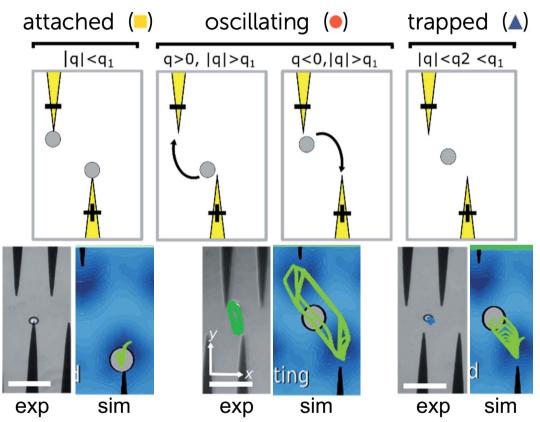
Hayakawa et al., Adv. Intell. Syst., 2020 DOI: 10.1002/aisy.202000031





・多重電極により、直進的な運動

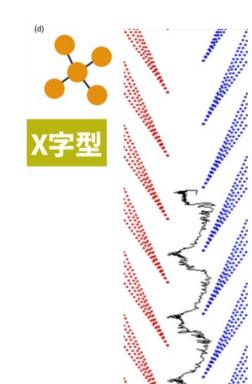




Masukawa, et al., RSC Adv. 2020 DOI: 10.1039/D0RA00703J

界面活性剤の濃度を変えると運動 モードを変えられる





物理シミュレーションにより、X字などの、より複雑な形状を持つ粒子であれば、輸送速度を向上できることが予測されている



想定される用途

- 本技術の特徴を生かすためには、微小流路等で物質を輸送したり分析したりするチップに適用することで定電圧・スイッチ不要のメリットが大きいと考えられる。
- ・また、達成された定電圧による輸送・仕事の取り出しに着目すると、上記に加えて、将来的にはマイクロロボットの駆動制御といった分野や用途に展開することも可能と思われる。



実用化に向けた課題

- 現在、多重並列電極で比較的長距離に輸送が可能なところまで開発済み。しかし、チップ化や自動化の点が未解決である。また、効率よく分子を輸送するための微小カプセルの製造の点も未解決である。
- 今後、カプセルの製造、チップ化について実験データを取得し、化学分析等に適用していく場合の条件設定を行っていく。



企業への期待

- 自動化や輸送については、マイクロ加工技術 によるチップ化により克服できると考えている。
- 化学分析等に興味を持ち、マイクロ加工等の 精密技術を持つ、企業との共同研究を希望。
- また、化学分析のための微小流体制御やマイクロモータ・ミキサの開発の分野への展開を考えている企業には、本技術の導入が有効と思われる。



本技術に関する知的財産権

発明の名称:定電場によるマイクロサイズの物体の 輸送および力学的仕事の取り出し

• 登録番号 : 特許第5867920号

• 出願人 : 国立研究開発法人科学技術振興機構

• 発明者 :吉川 研一、瀧ノ上 正浩、厚見 悠



産学連携の経歴

- 2019年 株式会社ベックスと共同研究実施
- 2020年 アステラス製薬株式会社と共同研究実施
- 2021年 日本電信電話株式会社と共同研究実施



お問い合わせ先

国立研究開発法人科学技術振興機構 知的財産マネジメント推進部 知財集約・活用グループ TEL 03-5214-8486 e-mail license@jst.go.jp