細胞・分子操作研究委員会

近年，遺伝子の高速解析やiPS細胞による再生医療などにより、これまでにない病気治療法の開発等への期待が高まっています。
このような状況の中，静電気学を利用した細胞・分子操作の技術はこのような分野の発展の為に大きな可能性を持っています。
細胞や生体高分子（DNAなど）は、水溶液中で静電気力により動かしたり、分離することなどが可能なため、本研究委員会では当該操作技術について、基礎研究から応用技術までの広範囲にわたり、国内及び海外での動向について調査研究を行っています。

マイクロ・ナノ微粒子に有効に作用可能
誘電泳動力、クーロン力、レーザ光圧 等

静電気

ナノテク

バイオ

融合

微細加工技術
流体デバイス 等

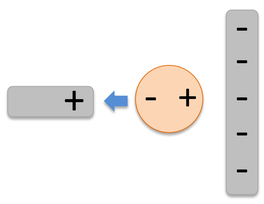
細胞、生体分子
ウイルス 等

委員長　平野　研（産総研）
hirano-ken@aist.go.jp
幹事　中野道彦（九州大学）
nakano@ees.kyushu-u.ac.jp
大重真彦（群馬大学）
oshige@gunma-u.ac.jp

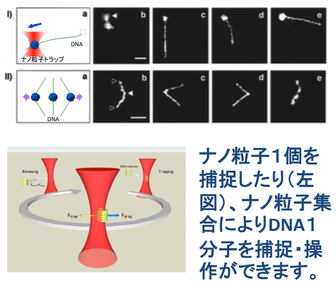
細胞・分子・ウイルスは誘電体!!
静電気工学により、水溶液中でマイクロ・ナノ微粒子の捕捉・除去や計測・分析が可

基　礎

誘電泳動力（DEP）　⇨ 発展形　レーザー光圧力

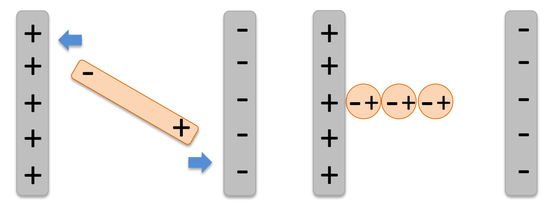


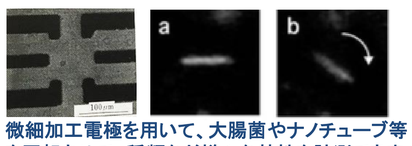
最も多く用いられる原理です。研究例1 および 研究例2をご参照ください。



ナノ粒子1個を捕捉したり（左図）、ナノ粒子集合によりDNA1分子を捕捉・操作ができます。

静電配向　パールチェーン





微細加工電極を用いて、大腸菌やナノチューブ等を回転させて、種類など様々な特性を計測できます。

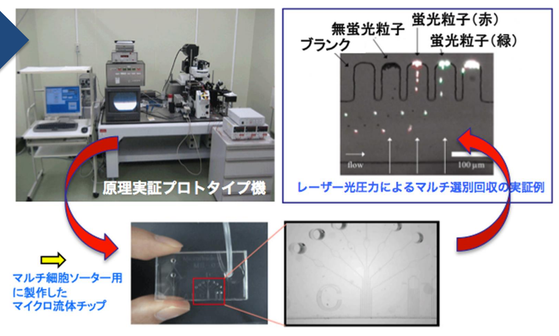
パールチェーン形成は細胞融合技術等に用いられています。

※上記以外にも様々な効果・手法があります。

基盤技術の開発研究と確立
水溶液中での基礎現象の理解
基盤技術を用いた生命現象の理解

応　用

細菌カウンタ　（詳細は「研究例2」参照）
1分で口腔内の細菌を検出

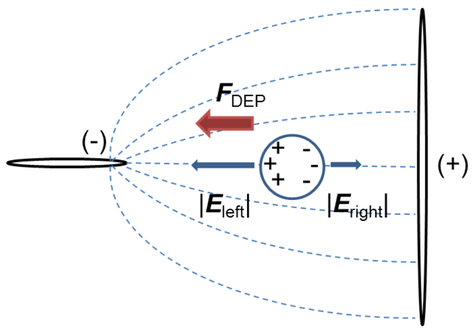


光圧力マルチ微粒子ソーター
マイクロ流体チップでレーザー光圧力によりマイクロ粒子（細胞など）を分取できます（企業で実用化開発中）

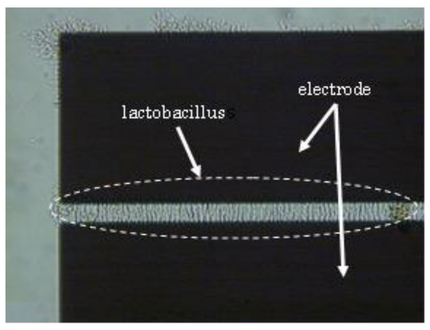
装置実用化、デバイス開発
健康、医療、防疫、食品等に向けた
社会の安全・安心に向けた先端技術

（研究例1）　微生物・細胞の誘電泳動（DEP）処理

・不均一電界下に置かれた誘電体が誘導電荷に働くクーロン力の不均衡により 移動
・微細ギャップの活用により低電圧・省電力化

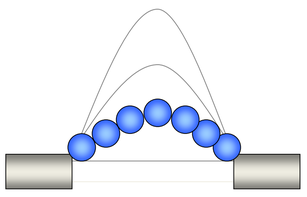


DEPの動作原理

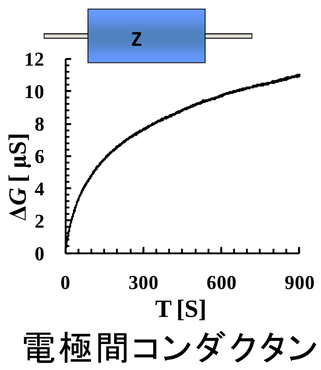


ヨーグルト希釈液における乳酸菌の選択的分離

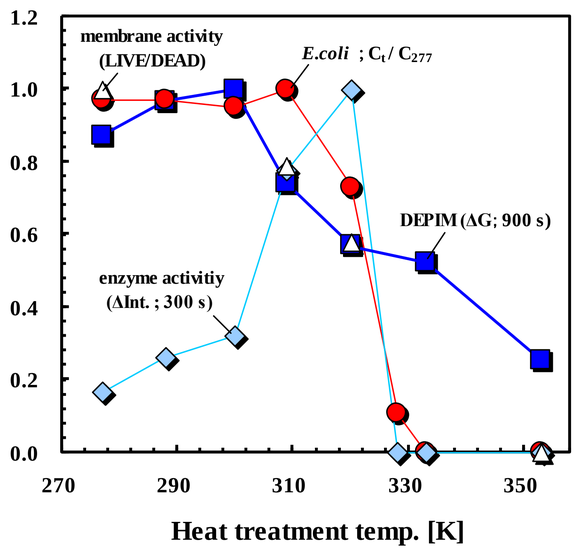
誘電泳動原理と選択的分離



誘電泳動力よる電極間での細菌捕捉



電極間コンダクタンスから捕集量を推定



増殖率、膜損傷度、呼吸活性、形状変化に強く依存

検量線による対比　→　代謝評価が可能

インピーダンス計測による誘電泳動代謝評価

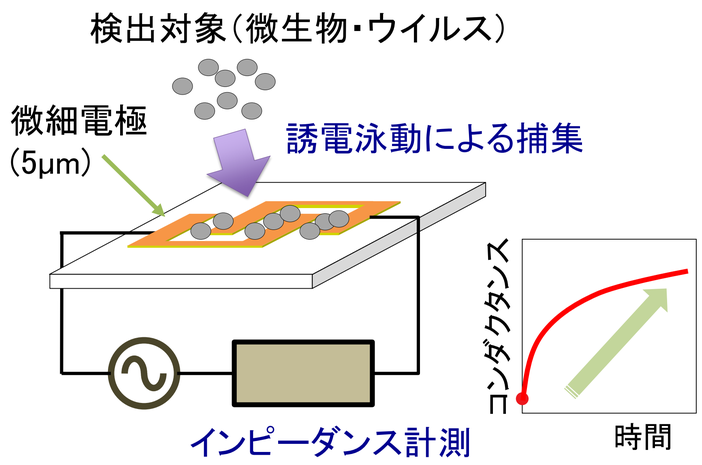
静電力学効果の一種である誘電泳動を用いて、食品・農業・医療分野における細胞操作への応用を行っています。

（首都大学東京　内田　諭）

（研究例2）　誘電泳動現象による微生物・ウイルスの高感度検出

誘電泳動インピーダンス計測法（DEPIM）

誘電泳動による対象の捕集とインピーダンス（電気抵抗）による測定

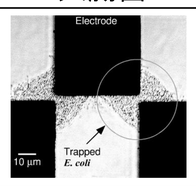
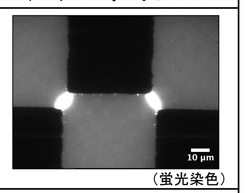
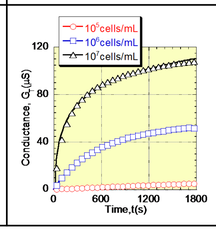
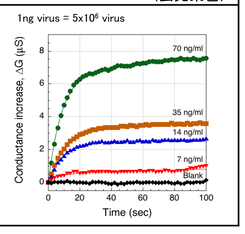


高電界を印加して水溶液中の微生物・ウイルスを捕集
高電界（数MV/cm）を低電圧（2V）・微細電極（5μm）で実現

捕集物を微細電極のインピーダンス変化としてリアルタイム計測

化学薬品を使用せず、液中の微粒子・微生物・ウイルスを迅速・簡便に測定

測定例

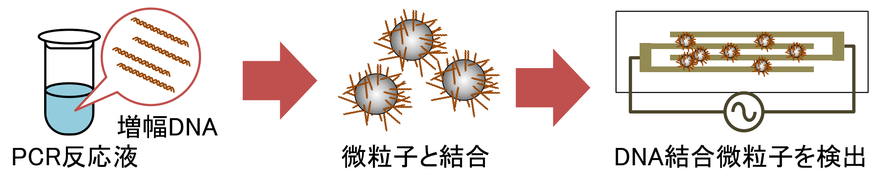
	大腸菌	アデノウイルス
誘電泳動捕集		
DEPIM インピーダンス計測		

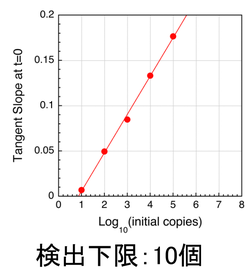
実用化例

細菌カウンタ
（パナソニックヘルスケア）
短時間に口腔内の細菌を検出
測定時間：1分

DNA検査への応用

PCR（遺伝子増幅法）と組み合わせた高感度DNA検出





検出下限：10個
定量範囲：10−10^5個

静電気現象（誘電泳動）を使って、微生物・ウイルスを迅速・簡便に測定する技術・装置を開発しています

（九州大学　末廣純也、中野道彦）