



研究概要

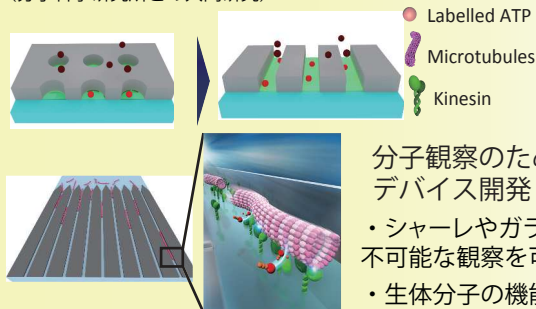
研究室 HP へ

マイクロ・ナノ加工技術を分子から細胞スケールの生体材料と融合した**バイオメカニクス**および**再生医療研究**を展開しています. 生体分子の機能解明のための生物物理学的な基礎研究から, 各種臓器細胞を培養する微小流体デバイスの開発まで, マイクロ・ナノ加工技術の貢献する幅広い研究を対象としています. 具体的には, ①キネシン-微小管系モータータンパク質を利用した**ナノシステム**製作, および②オンチップ血管網と**ヒトiPS細胞**を利用した**Organ-on-a-Chip (臓器モデルチップ)**の創成と利用です.



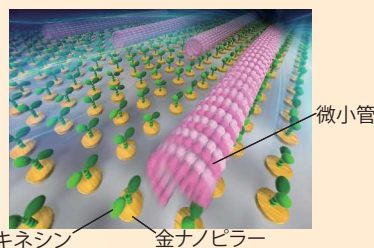
ZMWを用いた1分子計測

(分子科学研究所との共同研究)



分子観察のためのデバイス開発
・シャーレやガラスの上では不可能な観察を可能に.
・生体分子の機能解明に貢献.

1分子ナノパターンニングによる分子集団運動の評価



金ナノピラーに分子を固定し, キネシンを等間隔に配置
・微小管の運動からキネシンの協調運動を評価

ナノ加工技術を利用して分子1つの運動を見る

ナノ加工技術を使って分子運動を測る

生体分子を見る

生体分子を測る

オンチップナノバイオシステム

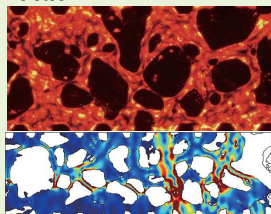
血管網を作る

血管網をつなぐ

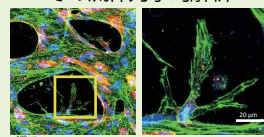
血管網ができる機構を解明する

Organ on a Chip (生体機能チップ) 体の中の組織を体の外で再現する

血管網のメカノバイオロジー



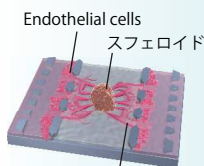
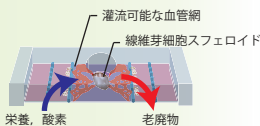
チップ内に作った血管網とその流体力学的解析



マイクロデバイス内で血管ネットワークができた
・まだわかっていない血管機能の解明につながる.

オンチップ血管新生

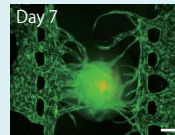
(九州大学, 熊本大学との共同研究)



スフェロイドに対して血管網を接続した
・疾患モデルとして, 診断や創薬技術の開発に応用できる.

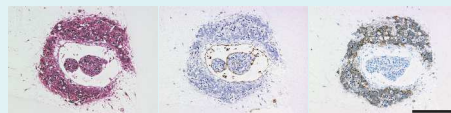
腎臓, 脳組織のOrgan-on-a-Chip

(理化学研究所, iPS細胞研究所との共同研究)



がん組織への血管導入と薬剤評価

(薬学研究科との共同研究)

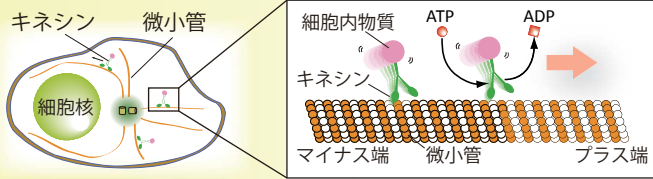


がん組織内に導入した血管網

カラダの中の生体分子を取り出して活用する 「分子機械」と微細加工で創るナノシステム

モータータンパク質

生体内 (in vivo)



- 化学エネルギーを運動に変換できる「分子機械」。
- 細胞内の物質輸送, 細胞分裂, 鞭毛・繊毛の波打ち運動など, 様々な生命現象に関与。

ナノサイズのモーターとしての利用価値

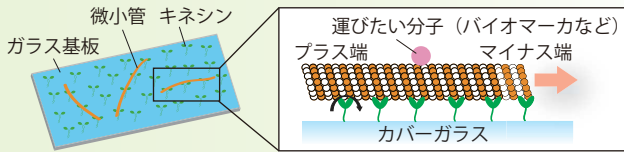


「分子機械」としての仕組みへの興味



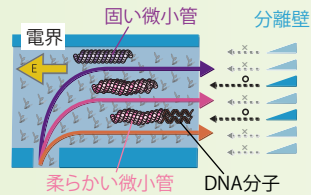
モータータンパク質を利用した分子操作システム

生体外 (in vitro)



モータータンパク質によって駆動される「分子シャトル」を構築。

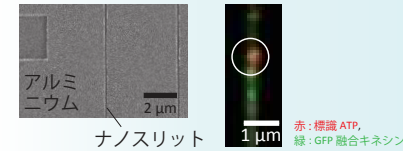
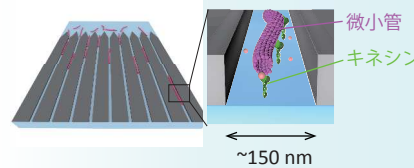
キネシン-微小管による分子分離システム



分子の電気・機械的特性の制御
+
マイクロ回路の設計
↓
分子シャトルの運動方向を制御

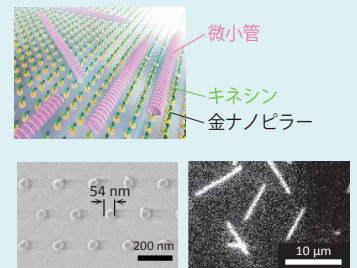
モータータンパク質の機能解析のためのナノシステム

ナノスリットを用いた1分子計測



生体内に近い条件で, キネシンと ATP の相互作用を 1 分子観察

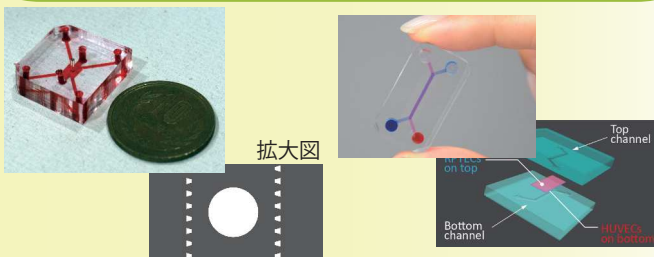
分子パターンングを用いたキネシンの協調性評価



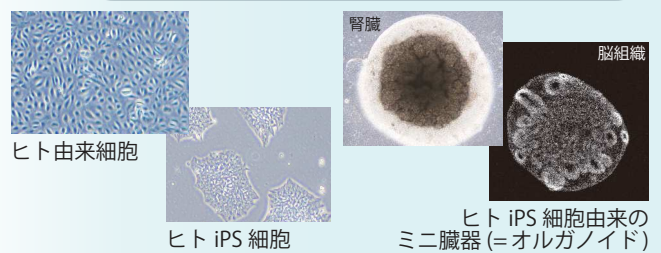
分子を思い通りの間隔で並べる
↓
キネシンの分子数と間隔が, 集団での運動に与える影響を評価

カラダの機能をチップ上に再現 生体模倣システム

微細加工技術を用いたマイクロ流体デバイス

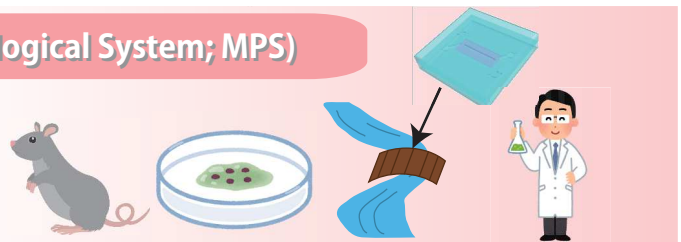


細胞培養技術

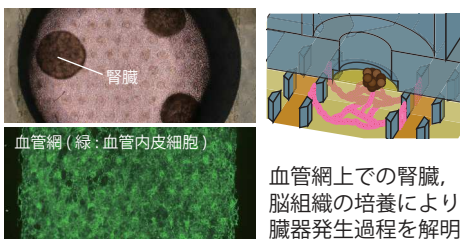


生体模倣システム (Microphysiological System; MPS)

- デバイスを用い, 生体内の立体的な構造を生体外で再現
 - 動物実験や平面培養とヒトとのギャップを埋める存在
- ↓
- カラダの仕組み, 成り立ちの研究
 - 医薬品の毒性評価ツールとしての開発

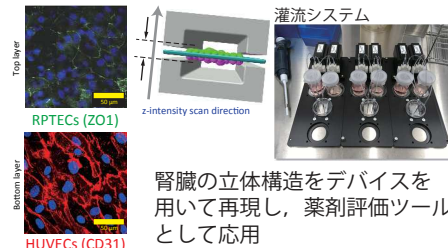


腎臓, 脳組織と血管網との共培養系



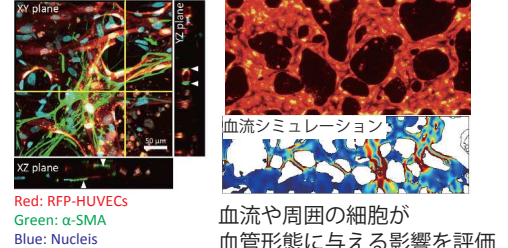
血管網上での腎臓, 脳組織の培養により, 臓器発生過程を解明

腎臓の機能を模倣した MPS 開発



腎臓の立体構造をデバイスを用いて再現し, 薬剤評価ツールとして応用

血管網のメカノバイオロジー



血流や周囲の細胞が血管形態に与える影響を評価