

【緒言】

モーター蛋白質は化学エネルギーを力学的仕事に変換する大きさ数十 nm の駆動素子であり、バイオハイブリッド型マイクロデバイスの動力源としての応用が期待される。本研究ではモーター蛋白質が関与する生命現象としてある種の魚類の体色変化に注目し、この現象を引き起こす色素細胞を模倣したデバイス作製を試みた。魚類の体色はこの細胞に含まれる色素顆粒の分布に依存し、細胞の中心から放射状に伸びた微小管に沿ってモーター蛋白質が色素顆粒を輸送することにより、この分布に変化が生じ体色変化が起こる。本研究では、自然界の光学素子と見なしうるこの色素細胞をその最小構成要素および微細加工技術を用いて人工的に構築する (Fig.1)。また、基板全体に作製した人工色素細胞の特定部位を外部刺激により制御し、1つの細胞が1ピクセルに相当するバイオディスプレイの実現を目指す。

【実験】

人工色素細胞を構築するための基板を微細加工技術を用いて作製した。フォトリソグラフィとスパッタリングによって Au ドットパターンを作製したカバーガラス上に、厚膜レジスト SU8-5 を用いてハニカム状のリブを作製し、蛋白質を選択的にパターンニングするために trichloro(3,3,3-trifluoropropyl)silane (FPTS) をコートした。次に、この基板の Au ドット部分に T93N キネシン変異体 (微小管と強く結合するが運動能をもたない変異体) を介して微小管断片をパターンニングした。微小管はチューブリンの重合により形成される繊維状蛋白質であり、この基板にチューブリンを加え固定した微小管断片から微小管を伸長させることによって、放射状の微小管配列 (微小管のアスター構造) を作製した。また微小管は極性を有し (重合速度が速い端をプラス端、遅い端をマイナス端と定義する)、色素細胞ではマイナス端が中心となってアスター構造が構築されている。本研究では微小管伸長時にマイナス端重合阻害剤である NEM-チューブリンを加え、極性を制御した。このアスター構造上にキネシンをコートした蛍光ビーズを添加し、ビーズの運動を観察した。

【結果・考察】

色素細胞の基本構造である極性の揃った微小管のアスター構造を生体外に構築することに成功した (Fig.2)。このアスター構造上で $0.2 \mu\text{m}$ の蛍光ビーズをキネシンによって搬送した結果、ビーズはアスター構造の外側、すなわち微小管のプラス端方向に向かって移動した。これは魚類の色素細胞において色素顆粒が拡散する現象と同じである。トップダウン型 (微細加工技術) とボトムアップ型 (生体材料の自己組織化) のデバイス作製技術を融合し、ナノ材料のシステム化を行う本研究で得られた知見は、次世代のマイクロデバイス開発に寄与できると期待される。

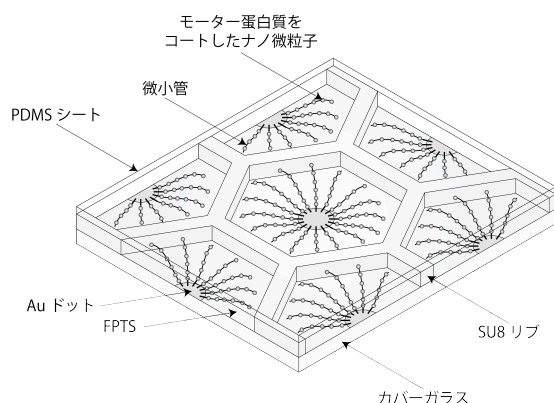


Fig.1. 人工色素細胞の模式図

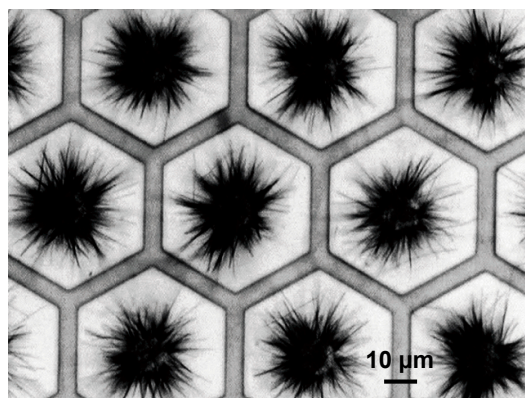


Fig.2. 微小管のアスター構造

【Keywords】モーター蛋白質、微細加工、バイオハイブリッド型マイクロデバイス