

研究室紹介

**東京大学大学院工学系研究科 マテリアル工学専攻
バイオ材料システム工学研究室**

助教授 吉田 亮

URL : <http://www.bmw.t.u-tokyo.ac.jp/yoshida/>

2001年4月のスタート以来5年目を迎えた研究室で、現在博士課程3名(社会人1名)、修士課程4名、学部生3名、技術補佐1名が在籍しています。

生体は、情報の伝達、物質の輸送、運動や力の創生などが分子レベルでの協調によって起こる究極の材料システムといえます。生体を手本とし、その機能を代替したり模倣する材料・システムを、「高分子ゲル」を使って人工的に設計・構築することを試んでいます。

高分子ゲルとは、一般的に高分子の三次元的な架橋網目が水などの溶媒を吸って膨潤したものと広く定義されています。我々の身の回りにはたくさんのゲルがあり、食品の他、代表例として紙おむつの中の高吸水性材料、ソフトコンタクトレンズなど様々な分野でゲルが使われています。さらに生体にも、眼の角膜や硝子体など、ゲルに相当する組織がたくさんあります。

このようなゲルには、体積相転移現象と呼ばれる非常にユニークな現象が存在します。すなわち、外部の環境変化(溶媒組成、温度、pH変化、電場付加、光照射、特定分子添加など)に対してゲルが可逆的かつ不連続に膨潤したり収縮したりするのです。この特性を利用して、ゲルを機能性材料へ応用しようとする研究が活発に行われるようになりました。これまでに、人工筋肉や発熱時にのみ薬を放出するゲルなど、生体のような機能をもったいろいろな「賢い(インテリジェントな)」ゲルが作られました。

このように種々の刺激応答性ゲルが作られる一方で、我々は、心筋細胞のように一定条件下で自発的な拍動を起こす「生きているような」機能性ゲルの開発を行っています。生体の代謝反応(クエン酸回路)の化学モデルとしても知られている、BZ反応と呼ばれる振動反応をゲル内で引き起こし、その化学変化を力学変化に転換する分子設計を行うことにより、ゲルの周期的な膨潤収縮振動を生み出すことに成功しました(図1)。これにより心筋の拍動のように、一定の条件下で周期的なリズムを自動的に発振

する機能を持つ新しい生体模倣型のゲルが作成されました。従来の刺激応答性ゲルと異なり、外部刺激のオン・オフなしに膨潤収縮振動が実現された世界で初めての例です。分子ペースメーカーや拍動マイクロポンプ、蠕動アクチュエータなどへの応用が期待されます。最近では、ATPが存在すると自己拍動するような新しい心筋模倣型ゲルも開発されました。

現在さらに、近年進歩が著しいリソグラフィーなどの微細加工技術を応用して、このような機能性ゲルのマイクロマシンやナノマシンへ展開を試んでいます。例えば自励振動ゲルの表面に微小な突起を数百個アレイ状に配列させ、化学反応によって生ずる波の伝播により突起が自発的に周期変動するマイクロアクチュエータ(人工繊毛)の作成を行っています(図2)。表面に添加した微粒子や細胞等を運ぶマイクロ搬送システムなどへの応用が可能であると考えられます。

また医療用チップへの応用も試んでいます。チップ内に薬物貯蔵部位を設け、その出口通路に局所的な光重合でゲルを作っておくと、病的信号に反応して門を開閉して薬物を放出するシステムができます(図3)。体温変化やpH変化の他、グルコース濃度に反応してインスリンを放出する薬物放出チップなどの設計を行っています。さらに拍動するゲルを埋め込むと、マイクロ拍動ポンプとして周期的に薬物放出する動力源にすることができると期待されます。これは電気的な駆動力を必要としない化学エンジンであり、外部電源との配線接続のない完全独立型の薬物放出チップとして使用できる利点があります。このように、微細加工技術と融合することにより、今後ゲルの機能性材料としての新しい展開・応用がますます広がってくるものと思われます。

その他の研究内容に関してはHPをご参照下さい。まだ比較的新しい研究室ですが、学生達と共に日夜研究を進めています。

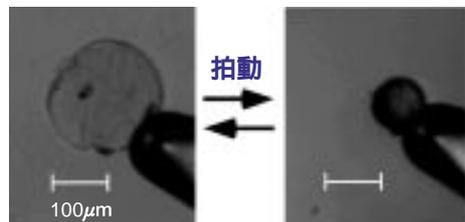


図1 自発的な拍動を起こす自動振動ゲル



図2 微細加工により作成されたゲルアレイ(人工繊毛)

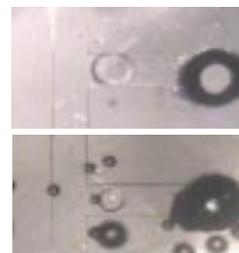


図3 マイクロ流路中に作成された、薬物放出を自動的に制御するマイクロゲルバルブ(上:バルブ閉、下:バルブ開)

発行 財団法人マイクロマシンセンター

発行人 青柳 桂一
〒101-0026 東京都千代田区神田佐久間河岸67 MBR99ビル6階
TEL.03-5835-1870 FAX.03-5835-1873
wwwホームページ : <http://www.mmc.or.jp/>

無断転載を禁じます。