



あさか きんじ
安積 欣志
asaka-kinji@aist.go.jp
人間系特別研究体

カテーテルに用いられる人工筋肉

- 応答感度の高いイオン交換樹脂/貴金属接合体 -

筋肉は神経活導電位の微弱な電気信号にコントロールされる化学エネルギーを、直接力学的エネルギーに変換する装置であり、その性能は収縮率が30%、発生圧力が0.3MPa、応答速度が0.1sといわれている。筋肉のような材料を人工的に作りだすことができるならば(すなわち人工筋肉)機械における動力部分(アクチュエータ)を生物と同じ動きをする柔らかいアクチュエータで構成することができ、機械工学に革命が起こる。従って、様々な試みが行われてきたが、今だ実用的なものは完成していない。最大の問題は、応答の速さと耐久性である。旧大阪工業技術研究所は、1991年に燃料電池の材料として注目をあびているフッ素樹脂系のイオン交換樹脂に貴金属(白金、金)を接合した接合体が電場に対して高速(最高0.03s)に反応して曲る現象を発見し(図1参照)それ以来その現象の機構の解明、応答性の改良、医療用

機器(能動カテーテル)への応用開発を進めてきた。曲る原理は、電場がかかった時、樹脂内の動くことができるイオン(フッ素樹脂系はカチオン交換樹脂が通常なのでプラスイオン)が水分子を伴って電極に引き寄せられ、それによってイオンの動いた電極の側(この場合マイナス)が膨潤することにより屈曲する。以上の原理をもとに、電極材料、接合方法、電極樹脂材料、膜内イオンの種類などが検討され、応答感度は飛躍的に向上した。

このような材料開発実績をもとに、現在能動カテーテルの開発が積極的に進められている。能動カテーテルとは、図2に示すように血管内手術で用いるカテーテルの先端に、360°任意の方向に動かすことのできるチューブ状の高分子アクチュエータを付け、それを体外から操作することによってカテーテルの方向を自在に操作しようというものである。現状の技術では難易度の高い脳血管内動脈瘤手術に適用することを目的としており、本システムの完成により患者への負担が極めて少ない血管内手術の普及が飛躍的に進むことが期待される。

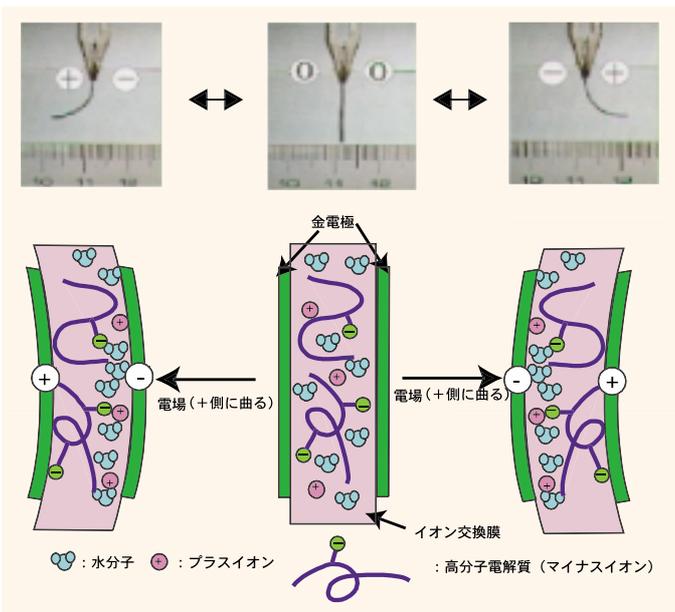


図1 フッ素系イオン交換樹脂に金を化学メッキした接合体に、蒸留水中で2Vの電圧を加えた時の屈曲応答と、プラスイオンの移動に伴う水移動による応答モデル

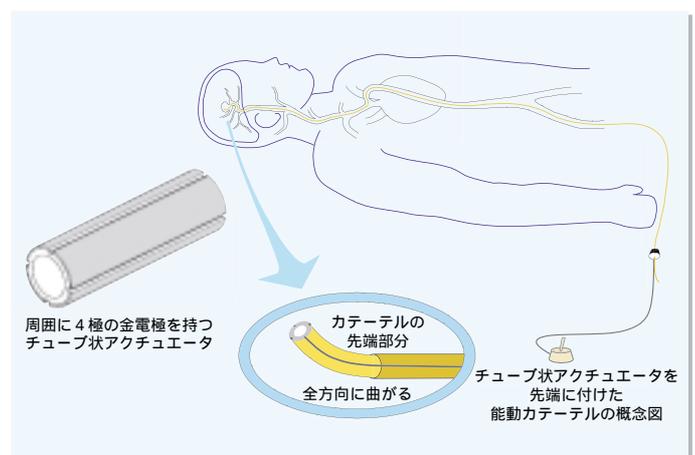


図2 高分子アクチュエータを用いた能動カテーテルの模式図

■ 関連情報

・安積欣志:高分子, Vol.50, No.7, 450-453 (2001).