

生物に学ぶマシン

柔らかく優しく動く機械

目次

C	O	N	T	E	N	T	S
組織委員会挨拶						増本 健	2
文部省挨拶						柴崎 孝	3
Aセッション 生物と機械							
生物のような機械への期待						仁田 新一	8
静電操作によるバイオマニピュレーション						鷺津 正夫	22
人工分子機械						鈴木 誠	30
Bセッション 柔らかく動く機械の制御							
学習して動く機械						中野 馨	38
自律分散制御で動く機械						福田 敏男	49
フレキシブルマニピュレータの制御						内山 勝	60
Cセッション 生物の動くメカニズム							
筋肉分子モータの動作原理						柳田 敏雄	72
細胞を造る試み						宝谷 紘一	82
Dセッション 動く部分が全体に分布した機械							
生物型多関節マシン(SMS snake-robot)の研究						広瀬 茂男	96
分布形マシンと能動カテーテル						江刺 正喜	105
2次元分布形運動システム						藤田 博之	116
Eセッション 昆虫のようなマイクロロボット							
昆虫の飛行メカニズム						河内 啓二	128
昆虫をモデルにしたマイクロロボット						下山 勲	138
走る・飛ぶ・泳ぐマイクロ磁気アクチュエータ						荒井 賢一	147
Fセッション 多数の要素からなる筋肉のような運動機構							
分布型静電マイクロアクチュエータ						南 和幸	156
フィルム状強力静電アクチュエータ						樋口 俊郎	165
演者紹介							172

生物のような機械への期待

仁田 新一

東北大学加齢医学研究所教授

はじめに

私は医学関係者を代表して、生物のような機械への期待と夢、現実を織り交ぜて紹介することにします。

地球上にいるさまざまな生物は、それぞれ生き残るために進化を重ねてきました。その最たるものがヒトと考えられていますが、多くの生物はわれわれを超える能力をもっています。私は医者として採血する機会が多く、患者さん、特に子供の患者さんに注射器を向けると、多くの場合、嫌がられます。力のように静かに、痛みを与えずに採血することができれば素晴らしいことです。マイクロマシニングの技術で痛みを感じさせないほど細い注射針が実現できれば、医者は嫌われないですみます。医者を見ると子供が笑いながら駆け寄ってくるような時代になるのではと、淡

い期待を寄せています。

生物のように柔らかく優しく動く機械は、人類に多くの可能性をもたらしてくれます。ある種の生物のように、空を自由に飛んだり、花の所在をつきとめてたどり着く能力、地震の予知能力、水中での信号の交換、水面の滑走、前述の力が血管の所在を判断して無痛吸血するなど、人間の能力を超えた多様な機能をもつ複雑なシステムの解明とその模倣の実現は、特に医療面への大きな道を開いてくれるものと期待されます。

現段階の医療は、診断、治療、予防に大きくわけられます。この方面への生物のような機械の応用について考えてみます(表1)。そのアプローチは、分子レベル、細胞レベル、組織レベル、臓器レベル、個体レベルとして分類すると考えやすくなります。

表1 生物のような機械への応用-医療とそのアプローチ

医療	診断・治療・予防
アプローチ	分子レベル 細胞レベル 組織レベル 臓器レベル 個体レベル

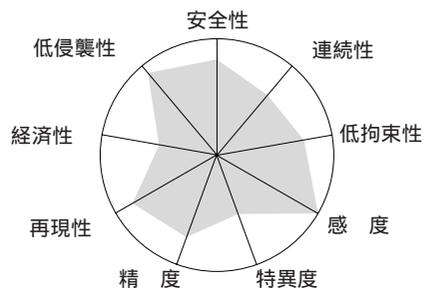


図1 望ましい生体情報の計測

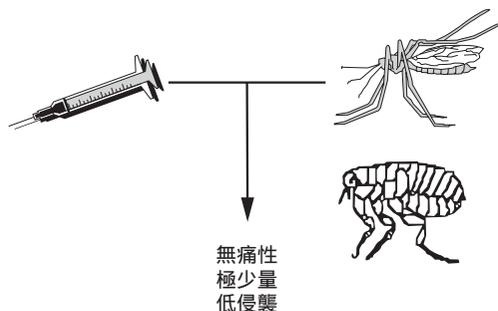


図2 カヤノミのような微量吸血

治療面への期待

疾患の有無とその重症度の診断には、臓器の形態異常、機能異常などの生体情報の把握が必要となります。生体情報の計測には、図1のように安全性と無侵襲性、あるいは低侵襲性、無拘束性、測定精度、連続性、経済性などが必要となります。特に、痛くなく、正確な計測値がえられることが検査法の理想です。そのなかで、血液はヒトの脳をはじめ肝臓、腎臓など全身を循環しているため、体内のさまざまな情報を含んでおり、血液検査は今後とも診断に不可欠な要素となっています。アルコールを飲みすぎたときに検査すると、血中にもそのことを示す状態が現れます。腎臓の調子も、血液検査で知ることができます。採血のための痛みと失血が特に幼少児で問題となるので、微量で痛くない採血法が望まれています。まさしく、カヤノミの吸血行為が無痛性であり、これに超微量で検査できるセンサがあれば理想の実現となります(図2)。

さらに夢を語れば、この採血ユニットと検査ユニットが常時生体内にあって、連続的に、あるいは時間ごとに計測値を経皮的に送信してくれれば理想的です。

生体内の状態を探る用途もあります。われわれは加齢とともに動脈硬化を起こしやすくなり、場合によると、動脈壁にコレステロー

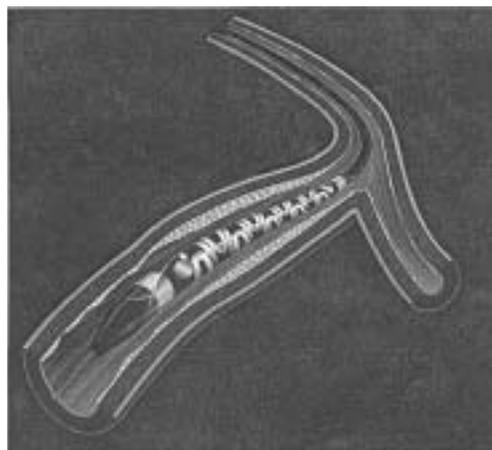


図3 コレステロールの蓄積により狭くなった動脈への拡大術

ルがたまり血管を狭くします(図3)。どの程度狭くなっているかといった情報の収集と、その診断法は重要です。

動脈硬化のバルーン拡大術

動脈硬化を起こした場合、図3のように挿入した風船をふらませて狭くなった血管部位を拡大する、バルーン拡大術が施されます。この方法の適用は冠状動脈の症例が大部分ですが、腎動脈などに適用することもあります。このバルーン拡大術では目的の部位にバルーンを到達させることが必須で、そのための道具立てが必要です。そして、血管を無理矢理広げるバルーン拡大術では、狭いトンネルをバルーンで広げることをイメージするとわかるように、そのままでは壁が崩れ、せっかく広げた部位がまたふさがってしまう場合があります。そこで、トンネルでいえば支柱の役目をはたす、金属製のステントをバルーンの表面にとりつけて、落盤を防止してから、バルーンを引き上げる治療法が最近、行われるようになってきました(図3、4、5)。

昔、心臓外科手術の半分以上の症例は、冠状動脈のバイパス手術、つまり狭い部位をバ