

MEMSフロンティア未来デバイス ホワイトデバイス

東京大学生産技術研究所 准教授 竹内 昌治

前号のコラム随想から、MMCで調査を進めている未来デバイスについての紹介が始まりました。今回は、健康・医療のためのデバイス（ホワイトデバイス）に関して、取りまとめを仰せつかった竹内がご紹介いたします。

20年後の少子高齢化社会では、「最期まで元気」をキーワードとして、誰もが長く働き自律して生活できる環境が不可欠です。その一方で、慢性的な健康障害は蔓延し、たとえば糖尿病患者は世界で約3億人にもなるといわれています。健常者も含め、血糖値などの生体情報を個人が意識しなくても、24時間モニタし、診断と治療をするデバイスが必要となることは言うまでもありません。そこでホワイトデバイス委員会では、20年後の人の健康と医療を支えるデバイス群として図1のような予想し、調査をいたしました。以下、それらのデバイスについて概要を紹介いたします。尚、調査を行ったメンバーは表1に示すとおりです。

(1) 超小型体内埋め込みデバイス

体内の各所に長時間埋め込み可能な超小型デバイスです。腹腔や消化器官内に滞在し、自律的に自走することで積極的に腫瘍やがん細胞などを発見し、治療することができます。このため早期発見率、治癒率が劇的に向上するでしょう。また、電源の要らないカプセル型のデバイスも考えられます。これらは、肝臓の門脈に、また腕部の静脈内に存在することが可能で、体外からの観察によって造影剤のように機能するので、カプセル周辺の血糖値や温度、圧力などの情報を24時間モニタリングできるようになります。糖尿病など、血液からの情報を慢性的にモニタする必要がある場合は、このような超小型カプセルによって患者の負担を激減させることができます。

(2) 生体機械ハイブリッドデバイス

生体分子や細胞などが融合したハイブリッドなデバイスです。生体材料や機能的な高分子材料を用いることで生体情報や環境情報を、従来のセンサに比べ、高速・高感度にセンシングすることができます。これらは、生体に馴染む材料や機構から成り立っているため、生体と機械とのインタフェース（BMI（Brain Machine Interface）など）の強力なツールとなるでしょう。たとえば、生体分子として膜タンパク質などが活性を維持したまま人工膜上に再構成され、匂いセンサや味センサなどの超高感度化学量センサとして機能するものが考えられます。また、神経細胞がフレキシブル基板上に培養され、これらを脳表面に当てることで、細胞が脳内に軸索を伸ばし、所望の細胞と結合できるようになるかもしれません。これらの制御可能な培養細胞を通じて、組織電気・化学的な信号を計測したり、刺激が行なえれば、生体との適合性の高い、高精度なインタフェースができると考えられます。

(3) シート型健康モニタリングデバイス

体表面に湿布のように貼り付けることによって、健康を管理するデバイスです。階層に無数のセンサやアクチュエータなどが埋め込まれているので、貼った部分の体内の情報を表示したり、体内への投薬操作や傷口の治癒促進など簡単な作用を施すことができます。たとえば、シート表面には、薄型超音波センサアレイが集積化され、裏面には平面フレキシブルディスプレイがあるデバイスなどが考えられます。これによって、取得した情報を素人でも2次元の大幅面積で観察できるようになるでしょう。また、侵襲なく貼り付けることができるため、健常者でも血流や心臓の様子などを判断でき、健康管理に利用できます。手術時に医師が容易に体内を観察できるツールにもなるので、医療技術の向上にもつながります。

20年後は、価値観も変わっているでしょう。そんな先の未来を正確に予想するのは最初から無謀です。ならば開き直って、夢を語ることにしました。埋め込みデバイスに関して、最初はためらいもありましたが、「医療現場において埋め込みは日常的」と医療関係者のバックアップもあり、思い切ってMEMSが貢献できる埋め込みデバイスを盛り込みました。結果、的を射た予想になったかどうかは別として、「とにかくこんなデバイスを作りたい!」という委員の思いは反映できたと思います。誰も予想できない20年後の“真っ白な”「未来に描いた我々の夢、ご感想はいかに。」

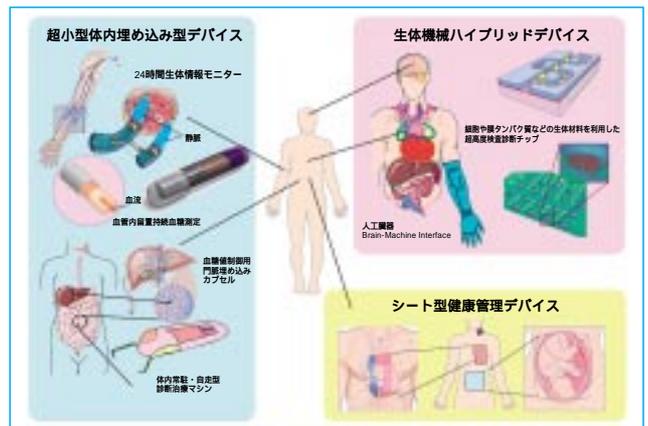


図1 20年後の健康と医療技術を支えるデバイス群

表1 ホワイトデバイスWG委員（順不同）

竹内 昌治	東京大学生産技術研究所
芳賀 洋一	東北大学先進工学研究機構
小西 聡	立命館大学理工学部
興津 輝	京都大学医学部附属病院
鈴木 隆文	東京大学大学院情報理工学系研究科
松本 壮平	(独)産業総合研究所
岩崎 拓也	みずほ情報総研 株式会社
長谷川友保	オリンパス 株式会社
細野 靖晴	株式会社 東芝
藤田 博之	東京大学生産技術研究所