

MEMSフロンティア未来デバイス グリーンデバイス

慶應義塾大学理工学部機械工学科 専任講師 三木 則尚

H18年度より「高集積・複合MEMS製造技術プロジェクト」が推進され、MEMS分野のますますの発展が期待されます。一方で、ナノテクノロジー、バイオテクノロジーといった新分野において画期的な成果が多数生まれています。MEMS技術とこれらナノ・バイオを融合させることにより、MEMS分野に不連続なイノベーションを生み出すことができないか、と始められた調査研究が、H18年度に(財)機械システム振興協会から(財)マイクロマシンセンターに委託された「MEMSフロンティアとしてのナノ・バイオ融合による未来デバイス技術に関する調査研究」です。この調査研究がターゲットとする未来デバイスは、「MEMSをベースにナノ・バイオ材料を融合させたデバイスで、20年後の社会をターゲットに新しいライフスタイルを創出し革新的インパクトを与えるデバイス」と定義されます。未来デバイスは、図1に示すように、トップダウンプロセスである微細加工と、ボトムアッププロセスであるナノ・バイオプロセスを融合したプロセスインテグレーションを基盤技術として実現され、20年後の社会における重点課題であろう「環境・エネルギー」、「健康・医療」、「安全・安心」の3つの領域で活躍します。本調査研究は、この3つの領域に関する未来デバイスをそれぞれ、「グリーンデバイス」、「ホワイトデバイス」、「ブルーデバイス」と称し、「プロセスインテグレーション」とあわせ4つのワーキンググループ(WG)を構成し、遂行されました。今回のコラム随想では、グリーンデバイスについて、グリーンデバイスWGの委員長を務めさせていただきました三木がご紹介したいと思います。

グリーンデバイスWGでは、表1に示す委員構成で、20年後の社会に、環境・エネルギー分野でインパクトを与えるグリーンデバイスについて調査研究をおこなってきました。20年後のグリーンデバイスはどうか(ニーズ)、現在のMEMS技術にナノ・バイオを付加することで20年後には何が可能か(シーズ)、両方のアプローチをとりながら、議論を進めてきました。その成果として、次の3つのグリーンデバイスを提案します。いずれにおいてもMEMSの特徴である「局所・オンサイト」が生かされ、ナノ・バイオにより高性能化、高機能化されています。

(1) エネルギー・ハーベスティング

光・熱・振動・バイオ等の未利用環境エネルギーを有効に利用し、エネルギー供給します。例えばセンサーネットワークなどの分散されたセンサデバイスに、オンサイトで電源供給することができます。また体内埋め込み医療デバイスの電池交換が不要となり、患者のQOL向上につながります。3次元ナノピラー構造による超高効率な有機太陽電池、ナノコンポジット、ナノポーラス構造による超高効率熱電変換素子、また環境から取得したエネルギーを必要になるまで蓄えておく高性能蓄電デバイスなどの開発が期待されます。

(2) オンサイト環境浄化

自動車や湯沸かし器から排出される二酸化炭素や、家庭から出る排水など、一度排出されてしまえば極低濃度になり回収浄化困難なものを、排出源において高濃度のままオンサイトに浄化します。汚染物質を分離するナノポーラスフィルタや、有害物質を浄化する微生物利用などのバイオ技術応用が期待されます。

(3) 超高感度環境物質検出デバイス

極微量の環境物質を、高感度かつオンサイトに検出します。計測システムも小型化され、分散して配置されセンサネットワークのノードを形成します。例えば、金や銀などのナノ構造を利用したSERS (Surface Enhanced Raman Scattering: 表面増強ラマン分光法) が期待されています。

20年後のデバイス、ということでは若干具体性に欠けるかもしれませんが、今後の研究の進展とともに、デバイスイメージがより鮮明に確立されていくかと思えます。グリーンデバイスに限らずMEMSフロンティア未来デバイスは、MEMS技術を基盤としつつも、もはやMEMSとは言えません。そこで新たな呼称としてBEANS (Bio Electromechanical Autonomous Nano Systems) が提案されました。BEANSが世間に浸透する日も近いのではないかと確信しています。

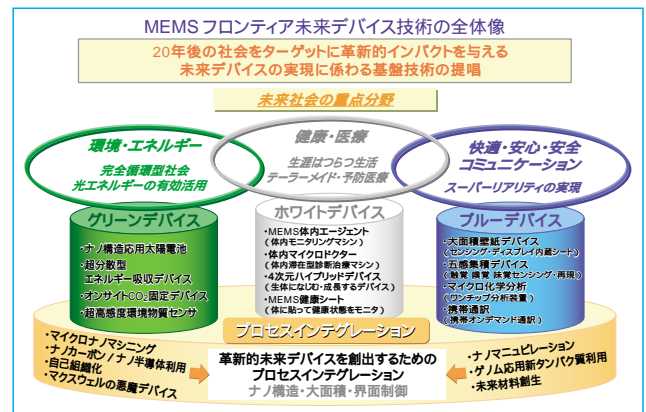


図1 MEMSフロンティア未来デバイス

表1 グリーンWG委員

三木 則尚	慶應義塾大学理工学部
宮崎 康次	九州工業大学生命体工学研究科
安達千波矢	九州大学未来化学創造センター
下山 勲	東京大学大学院情報理工学研究所
石田 敬雄	独立行政法人産業技術研究所
古田 一吉	セイコーインスツル株式会社
古賀 章浩	株式会社東芝
三宅 亮	株式会社日立製作所
最所 祐二	松下電工株式会社
高野 仁路	松下電工株式会社
安達 淳治	(財)マイクロマシンセンター
福本 宏	三菱電機株式会社
塚田 修大	株式会社日立製作所