

マサチューセッツ工科大学探訪記

ラファエル・ライフ教授がNPO法人WINのアドバイザーに就任

レポート：NPO法人WIN／東京大学大学院新領域創成科学研究科教授 山内規義

米国東部の研究開発拠点
MITを訪ねて

米国屈指の名門校、マサチューセッツ工科大学（MIT）は、東海岸の大都市ボストンに隣り合う、ケンブリッジにある。筆者は、昨年二月四日より三日間、NPO法人WINの板生清理事長とともに、MITを訪れ、マイクロシステム技術研究所およびメディア・ラボの研究者に会うことになった。今回の訪問は、ウェアラブル技術に関する技術的な意見交換をおこなうとともに、MITとNPO法人WINの新しい協力関係確立について話し合うことが狙いである。このことをMIT側に事前に伝えていたところ、研究開発の第一線で忙しく活躍されている九人の先生方とお会いできることになった。そこで今回は、MITの最先端の研究の一端を皆さんにご紹介したいと思う。

莫大な研究資金を集める
マイクロシステム技術研究所

マイクロシステム技術研究所は、MITの電子工学・コンピュータ学科を基盤として一九八〇年に設立された研究所である。以来、LSI（大規模集積回路）およびMEMS（微小電子機械システム）を中心としたマイクロシステムの研究開発で世界をリードしてきた。現在、約五〇名の教授、助教授がこの研究所に所属し、約三〇〇名の大学院生とともに精力的に研究開発を進めている。筆者は、一九八八年八月より一年余り、当時勤務していたNPT研究所から派遣された客員研究員として、この研究所に滞在し、ラファエル・ライフ教授の指導のもとで薄膜トランジスタの研究に従事した。このこともあり、大変懐かしい訪問となった。

この研究所で特徴的なのは運営面で、産業界との密な連携を研究所設立当初からの基本方針としていることだ。現在は、アナログデバイス、コンパック、IBM、インテル、テキサスインスツルメンツなど、一二の企業からなるMIT産業グループが研究所運営資金の約半分を拠出している。また、その他の多数の企業や米国政府が、委託研究や装置の寄贈といったかたちで研究開発を支援している。そうしたわけで、委託研究費は年間三五〇〇万ドルにもほぼる。これは、大学院生を含めた研究者一人当たり一〇万ドル（約二五〇万円）であり、産学連携の規模の大きさを実感させる数字である。

じつは、このマイクロシステム技術研究所で、一九九〇年から約一〇年間所長を務めたラファエル・ライフ教授は、板生理事長と長年の親交があるのだ。この縁で、ネイチャーインタフェイシスの創刊号には、巻頭言を寄せてくれたことをご記憶の方もいらっしゃるだろう⁽¹⁾。現在、ライフ教授は、研究活動を続けながら、電子工学・コンピュータ科学科の副学長として大学運営をおこなっている。今回、板生理事長がライフ教授に、NPO法人WINのアドバイザーへの就任をお願いしたところ、ライフ教授は、この要請を快く受けてくれることとなった。

センサネットワークの研究開発

次にお会いしたのは、アナンサ・チャンドラカサン助教授である。氏が手がけるのはセンサモジュールを無線通信で結んだセンサネットワークの研究だ。図1に示したのは、同助教授が提唱して



ラファエル・ライフ教授



キリアン中庭からMITドームを望む

MITでお会いした先生方

お名前(敬称略)/所属・役職/研究分野

・ラファエル・ライフ

電子工学・計算機科学科 教授・副学科長/環境負荷を減らした半導体製造プロセス、3次元配線構造プロセス

・マーティン・シュミット

マイクロシステム技術研究所 教授・所長/マイクロ発電、マイクロマシンのバイオ研究への応用

・チャールズ・ソディーニ

マイクロシステム技術研究所 教授/低消費電力、広ダイナミックレンジのイメージセンサ、高速無線ネットワークシステム

・ヘンリー・スミス

マイクロシステム技術研究所 教授/ナノ微細構造の作製技術とその応用

・ヘスス・デル・アラモ

マイクロシステム技術研究所 教授/化合物半導体高速電子デバイス

・アナンサ・チャンドラカサン

マイクロシステム技術研究所 助教授/センサネットワークシステム

・ジェイ・ハン

電子工学・計算機科学科 助教授/マイクロマシン構造を用いたDNA分子の分離法

・ジョエル・ボルドマン

電子工学・計算機科学科 助教授/マイクロマシン構造を用いた細胞固定技術

・石井裕

メディア・ラボ 教授/デジタルとフィジカルの世界を結ぶ新しいインタフェース

いるセンサネットワークのイメージである(2)。この研究は、筆者らが、NPO法人WINの「ネイチャーインタフェイサ研究グループ」で取り組んでいる内容と共通する点が多く、以前から注目していたものだ。

興味深かったのは、筆者らが、ウェアラブルなセンサモジュールを目指しているのに対し、チャンドラカサン助教授は、必ずしもウェアラブルにはこだわらず、分散配置ができる据え置き型のセンサモジュールを目指している点だ。センサモジュール同士が自律的に通信するためのプロトコルが研究されており、非常に面白い。さらに助教授は、メンテナンス不要のセンサネットワークを実現するため、マイクロマシン構造を利用して機械的な振動を電気エネルギーに変換する研究もおこなっているという(図2)(2)。この研究は、NPO法人WINの「マイクロエネルギー研究グループ」との関わりが深いので、ぜひ、今後も連携を図っていければと考えている。

さらに、マイクロデバイスの研究で活躍している三人の先生方とお会いした。いずれの方々も、筆者とは旧知の仲である。ヘスス・デル・アラモ教授は、化合物半導体高速電子デバイスの研究分野で活躍中。この分野は、最近は携帯電話などの無線通信端末の需要が急激に伸び、実用化が一気に進んだとのことである。

チャールズ・ソディーニ教授は、長年、イメージセンサの研究開発をおこなっている。同教授は、昨年、MITの同僚とともにSMAL Cameraという会社を設立したところだ。この会社は、クレジットカード大で、世界でもっとも薄い、厚さわずか六ミリメートルのデジタルカメラの技術を開発・製造している。ソディーニ教授が開発した、低消費電力でダイナミックレンジが広いCMOS型イメージセンサの研究成果がうまく活かされ商品化された。大学の研究開発成果をタイムリーに世に出した成功例である。

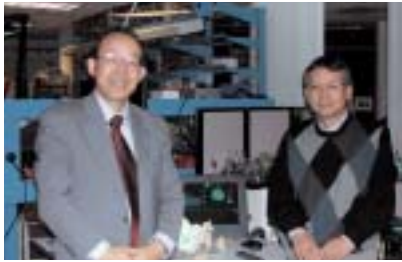
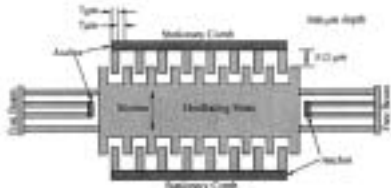
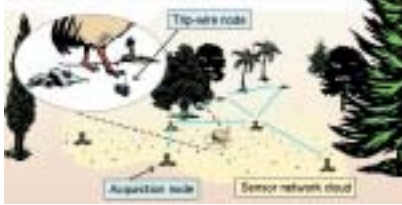
多彩なマイクロシステム研究

ヘンリー・スミス教授は、微細加工技術の先駆的研究者として著名である。同教授は、ナノテクノロジーが脚光を浴びるはるか以前の八〇年代から、ナノ構造の形成とその応用を研究してきた。最近、スミス教授は、アントニアデイス教授と共に、チャネル長二五ナノメートルという、世界最小のトランジスタの開発を手がけているという。

メディア・ラボにおける
「人間的なインタフェイス」の研究

最後に、メディア・ラボの石井裕教授を訪ねた。石井教授は、情報(ビット)の世界と物理的(アトム)世界を結びつける新しいインタフェイスの研究をおこなっている人物だ(3)。

インタッチ (in Touch) というデモシステムは、三本のローラがついた装置が二組あり、それらが通信ケーブルでつながれている(図3) 片方の装置のローラを回せば、もう一つの装置のローラに動きが伝わるといふもの。動きが送られた方のローラを止めようとすると、それが元の装置のローラを回す際の抵抗力としてフィードバックされる



上から
チャンドラカサン教授(右)と筆者
図1 チャンドラカサン教授が研究している
センサネットワークのイメージ
図2 チャンドラカサン教授が開発した
マイクロ発電デバイス
石井裕教授(右)と板生理事長
図3 ローラの回転の感触を遠隔で共有する
インタッチ(in Touch)システム (写真提供=石井裕教授)

しくみになっていく。このようにして、ローラを回転させるときの力の具合で通信をすることができるときののだ。

面白かったのは、ガラスのビンの蓋を開けると音楽が流れてくるという「ミュージックボトル」だ。デモシステムでは、三本の瓶がテーブルに置かれていて、そのうちの一つの瓶の蓋を開けるとピアノによるジャズの演奏が聞こえ、もう一つの瓶の蓋を開けるとベースによる伴奏が加わり、最後の一本の蓋を開けるとドラムの音が聞こえた。

このようなデモを体験したことにより、「ユビキタス情報社会では、コンピュータと人間のインタフェイスはもっと人間的になるべきだ」という石井教授の主張に、一層強い説得力を感じるようになった。

NPO法人WINとMITの今後の関係

MITでは、教授陣も学生も国籍はさまざまであり、国際的に開かれている。このことは、MITの大きな魅力である。今回の訪問で、研究開発

の目的意識を共有できれば、MITとNPO法人WINが連携することへの本質的な障害はないことを確認できた。

アドバイザに就任していただいたラファエル・ライフ教授には、ぜひ来日してNPO法人WIN関係者に直接会っていただき、産学連携の研究開発を推進された経験をもとにアドバイスをお願いしたいと考えている。お会いできた他の先生方にも、今後は組織的な交流にご協力いただきたいと思う。

技術面では、センサネットワークの研究をハードウェアのレベルから進めているチャンドラカサン助教授と、さまざまな形で交流を図っていきたい。当面、「ネイチャーインタフェイス研究グループ」が接点となり、技術面での具体的な交流を進めることができればと思っている。

(1) ラファエル・ライフ、「ネイチャーインタフェイスのための未来技術」、ネイチャーインタフェイス、第1号、p.19、2001
(2) <http://www.mit.edu/research/systems/uamps/>
(3) 石井裕、「Tangible Bits: 情報の感触・情報の気配」、ネイチャーインタフェイス、第4号、p.22、2001。