〔談話室〕

マイクロメカニズム・センサ・ロボットを語る*

木 村 一 路**

H: 1989 年から 90 年にかけて激動が続きますね。

S: まったく同感です。1990 年代の胎動が 89 年に始まったわけですが、同時に 1990 年代の動きは 2000 年代つまり 21 世紀の胎動ですね。

H: 政治だけでなく、科学・技術でもそうでしょうか。

S: かも知れませんね。88, 89 年はバイオセンサやマイクロセンサが脚光を浴びましたし、マイクロアクチュエータも現れました。

H: 去年の TRANSDUCER 89 は大変刺激を受けましたね。

S: とくにそれに続く見学旅行で、会議の委員長はじめ主だった役員の方の研究現場を見せてもらい、発表された論文に実感が湧きました。

h: 専門家の E 先生が団長で、見学先の先生と懇意だったのでよく見せてもらったのでしょうか。

S: あなたは途中からよそへ行かれ、大学はカットされましたが、大学もすばらしいものでしたよ。ヨーロッパでは、とくにマイクロテクノロジーでは、大学の果たす役割が日本よりずっと大きいのではないのでしょうか。大学の 1 階が広い半導体製造工場になっているのには驚きました。

H: 会議の Proceeding も近いうちに出版されるはずですが、Abstract や自分で聞いた発表からどう思われましたか。

S: いや、ほんとに同行の T さんの文のように¹⁾、これは革命だと思いました。372 篇の論文は読み切れませんが、論文の数から言っても出席者の注目度から見ても最も重要なのはマイクロ加工・製造の技術ですね。例えば、フランス原子力庁原子核研究センター電子工学研究所 (LETI) の加速度センサの加工は、シリコン結晶の異方性を利用するケミカルエッチングを使っているとのことでしたが、ドイツのカールスルーエ原子核研究センターの方は、シンクロトロンを使った放射線リソグラフィでレジストを作りそれから金型を使い

金属のマイクロストラクチャを作る LIGA PROCESS を開発し、加速度センサや熱交換器を作るとのことでした。いかに大きいアスペクト比の加工ができるか競っている段階のようです。加工技術が最大の関心事であるということは新しい部門であることを示している訳です。

H: 次に大きいのは、やはり新しいセンサ構造の設計・開発ですね。もちろん、シリコンやガラスの加工、接合など、加工や組立ての技術の開発によって、新規な構造のセンサが開発されるわけですから、第一のプロセス開発と結合した問題ですね。

S: それから、研究に幅ができてきたと言えるのではないのでしょうか、シリコン加工技術の応用とは言いながら、水晶やガラス、金属、プラスチックなど、取り扱う材料の範囲が拡がりました。また、同じシリコンダイアフラムの圧力センサを単結晶で作るのと平行して多結晶でも作るという LETI の例などがあります。

H: 個別に見て行きますと、圧力センサでは、液体を使わずマイクロメカを使った過負荷保護機構、圧力スイッチなど注目されます。

S: マイクロアクチュエータでは、モーターも色々の形のものが発表されましたが、マイクロバルブも将来が期待されます。

S: 応用も意外に進んでいる感じがですね。学会でも IS-FET の発表が 4 セッションもありましたが、ヌシャテル大学などでは、応用として、 N_2 , H_2 , CH_4 , CO , O_2 などのガスセンサだけでなく、胃の PH センサとか歯垢センサなど臨床応用までやっているとのことでした。

H: 今回の会議の特色を、プロセス、プロダクト、応用とみるとそうですが、種類別、国別の特色を見るとどうでしょうか。

S: やはり米国は、実用は将来のこととして、世界に先き駆ける先端技術として、新しい製造技術とアクチュエータの研究開発が多く、日本は圧力、バイオ、ケミカル、磁気各センサとどれにも一様に力を入れており、

* Talking about micromechanisms, sensors and robots

** Ichiro Kimura 佐賀大学

ガスセンサが多いくらいが特長でしょうか。これに対してヨーロッパは圧力・機械量センサ、アクチュエータの発表は少なく、製造技術や実用センサに関する発表が多かったと思います。

H：ヨーロッパでもマイクロアクチュエータの研究もやっています、あれは一体何に使うのか、私は興味ないね、という人も結構いました。

ところで、マイクロセンサ・アクチュエータの革命的な発表が、半導体の加工技術から出て来たということですが、われわれだってシリコンダイアフラムやシリコンカンチレバーでの拡散ゲージの試作をする一方、等方等質体と仮定したひずみ計算式ではだめだとして、有限要素法で計算したりしましたね。

S：しかし、そんな大革命をやっているとの自覚はなかったのでしょうか？

H：とにかく、研究目標の早期達成、製品化で頭がいっぱいでしたね。

S：研究者は今やっていることをどう進めるかだけになり、自分のシチュエーションを客観視して、どのレベルでどういう意義のあることをやっているのか、つかむことが難しいですね。でもアルビニストは、自分の位置と周囲の状況を確認しながら、一步一步次の足場を作っては登るわけですし……。

H：今後とも、アルビニストで行きますか！？

S：ともかく、金属の力学のほかに「結晶の力学」がほんとうに必要ですね。

H：ところで、ロボットとマイクロメカニズムとの関係はどうでしょう？

S：双方向の関係でしょう。つまり、マイクロメカニズムを作るには、マニピュレータそして結局ロボットが必要になりますし、マイクロセンサが量産されれば、ロボットはふんだんにセンサを装着できますし……。

H：そうなるために何が問題なのでしょう。

S：研究、試作では良いものができていても、まだ商品としてはこれからでしょうか。早速、寿命・信頼性からんで、パッケージングが問題になるのではないのでしょうか。地味な問題なので研究テーマになりにくいのですが、いくら良いマイクロセンサができて、信頼性がここで抑えられることもありうるでしょう。

ICでも半永久的に使えるはずなのに故障が発生するのはパッケージングに起因することが多いようです。

ね。とくに可動部がある場合は、軽くて共振周波数が高いという特長を製品の段階まで発揮させるには、やはりロボットによる精密組立・パッケージングの技術が伴わなければならないと思います。

H：ほかに問題は……？

S：アクチュエータの問題があります。マイクロセンサと従来のアクチュエータの組み合わせで使える場合もあるでしょう。それはよいとして、一般的には、マイクロアクチュエータの使用で何が可能になるかが問題でしょう。

現在でも、例えば、 piezo素子アクチュエータなどストロークの小さいものでも、CRTの代わりの点字ボードには実用化されていますし、FA関係のディスプレイに使えるかも知れません。

しかし、エネルギーレベルを変換しなければ使えないことも多いでしょう。この場合は、圧縮空気とか油圧で力、トルク、変位など増幅するにしても、パイロットバルブのような増幅器あるいはインターフェースが必要でしょう。

H：将来の夢としてはどんなことが考えられますか。

現在すでにマイクロロボットと称し細胞1個のハンドリングが可能なのがありますが、本体はとても大きな機械です。

S：本体を含めた真のマイクロロボットあるいはマイクロシステムができれば、クモ・昆虫・ねずみロボットができ、原子力プラントに限らず人の入れない所を探査できるでしょう。あるいはカプセルに入って口から飲み込んでもらい、消化器官の状態の画像やテスト値を無線で送信することもできるでしょう。

H：センサやアクチュエータだけでなく、エネルギー源、力伝達すべてがマイクロ化しないとマイクロシステムはできませんね。

参 考 文 献

- 1) 高城信義：インテリジェント・センサ，トリガー，89-10，pp.86-91.
- 2) ミニ特集 マイクロメカニズム，計測と制御，Vol.28，No.6，pp.479-521.
- 3) Abstracts TRANSDUCERS 89.
- 4) ミクロエンジニアリング，日本機械学会誌 Vol.92，No.853 (1989.12)，pp.1023-1077.