



マイクロマシン

MICROMACHINE

1997.1

- 年頭所感／2
- MMCの事業活動／4
- 賛助会員の活動紹介／13
- 海外だより／15

- トピックス／17
- 入門講座「マイクロマシン技術の応用」(第2回)／18
- お知らせ／20



No. 18

年 頭 所 感

New Year's Message

通商産業省機械情報産業局長
Director-General
Machinery and Information Industries Bureau Ministry
of International Trade and Industry

中 川 勝 弘
Katsuhiko Nakagawa



平成九年の新春を迎え、謹んでお慶びの言葉を申し上げます。

昨年の我が国経済は、雇用情勢等においてなお厳しさが残るものの、住宅投資、設備投資など民間需要が堅調に推移し、景気は緩やかながら回復の動きを続けてまいりました。機械情報産業分野においても、携帯電話やPHSといった移動端末とそのインフラ設備、普及が著しいパソコン、RV車を中心とする自動車などの製品の需要が増加しており、景気に明るさも見えてまいりました。

しかしながら、我が国経済を中長期的に見ると、製造業の海外展開の進展がもたらす雇用などへの悪影響等、懸念すべき状況もございます。こうした中、抜本的な経済構造改革への取組をこれまで以上に強化していかなければ、質の高い雇用を確保し、我が国の産業の活力を維持していくことが困難になると思われまます。政府においては、かかる状況を踏まえ、昨年十二月「経済構造の変革と創造のためのプログラム」を閣議決定いたしました。その中では、医療・福祉関連分野、情報・通信関連分野、新製造技術関連分野、航空・宇宙関連分野等を始めとする十五の分野における新規産業の創出、高コスト構造の是正等による国際的に魅力のある事業環境の創出、経済活力の維持・向上の観点からの公的負担の抑制等への取組が必要とされています。当省としては、これに基づき様々な施策を進めてまいりたいと考えております。

他方、通商分野に関しましては、昨年八月に日米半導体協議が決着し、新時代にふさわしい多国間協力の枠組みを構築するとともに、数値目標に照らして市場シェアを点検し貿易を管理するようなシステムに終止符を打つことができました。一昨年の自動車・同部品交渉の時と同様に、米国の管理貿易的な要求に屈することなく、自由貿易主義の精神にのっとり合った形で合意を見たことは、WTOを中心とする新たな国際ルール作りを積極的に推進していく立場にある我が国にとって、非常に意味のあることであり、これからの通商交渉のあるべき姿を身を持って示すことができたと思えます。また、昨年十二月には、シンガポールのWTO閣僚会議において、ITA（情報技術協定）について大筋の合意を見たところであります。ITAにより、ハイテク分野の関税が撤廃され、ハイテク貿易の拡大均衡が図られることは、誠に意義のあることだと思えます。

我が国を取り巻くこのような現状を受けて、本年の機械情報産業の推進にあたりましては、特に次の点を念頭に置いてまいりたいと考えております。

第一の課題は、情報化の推進であります。産業における情報技術の導入は、産業が抱える構造的課題の解決に資するとともに、生産性向上などを通じた経済構造改革の鍵となるものであります。このため、当省としては、経済全般における電子商取引の導入の促進、CALS（生産・調達・運用支援統合情報システム）やEDI（電子データ交換）の推進など各種の施策を実施しているところですが、本年もより一層の推進を図る所存であります。一方、公的分野においても、公共サービスの効率的提供や国民生活の向上のため、教育、医療・福祉、行政、図書館等の情報化を進めてまいります。その他、二十一世紀の情報化社会を支える技術フロンティアの開拓を進めるとともに、国際的に通用するソフトウェア、コンテンツ供給の促進に努めてまいりたいと思えます。

第二の課題は、我が国機械産業の戦略的構造改革の推進であります。我が国機械産業においては、情報化投資の遅れ、企業の海外展開に伴う生産技術の諸外国への拡散などにより、活力減退の懸念に直面しております。そうした中各企業においては、徹底した固定費削減等の懸命な努力を実施してきたところです。しかしながら、今後世界市場をめぐる競争がますます激化する中で、従前の対応ではもはや限界に突き当たっており、抜本的な経営構造・事業構造の見直しを伴う「戦略的構造改革」を進めていかなければなりません。具体的には、ITS（高度道路交通システム）やIMS（知的生産システム）の開発支援等の情報システム体化型産業化の推進、マイクロマシンプロジェクト等のキーテクノロジー確立のための技術開発支援、国際標準獲得への戦略的取組等により、我が国機械産業の「高付加価値創造拠点化」を図ることが必要であります。

こうした「戦略的構造改革」の主役は、企業であります。その改革をスムーズに進めていくためには、政府において企業の自由かつ多様な選択を可能とするよう環境整備を行うことが必要であると思われまます。このため、当省としては、企業の創造的活動を支援するための産官学連携の推進やベンチャー支援、情報・通信、物流等の分野における規制緩和、税、雇用等に係わる企業関連諸制度の改革による事業環境の整備等を進めるため、各種施策の展開に全力を投入したいと考えております。

以上、新年を迎え、本年の機械情報産業政策の基本的方向につき、所信の一端を申し述べました。

最後になりましたが、皆様にとりまして新しい年が爽り多きものとなることを祈念いたしまして、新年のごあいさつとさせていただきます。



第2回国際マイクロマシンシンポジウム開催される

去る10月31日から2日間、東京北の丸公園の科学技術館サイエンスホールにおいて、第2回国際マイクロマシンシンポジウムが開催され、成功裡に閉幕しました。

半年以上に渡り準備を進めて来ました第2回国際マイクロマシンシンポジウムの、初日のオープニングでは通商産業省機械情報産業局中川勝弘局長、工業技術院佐藤壮郎院長及びNEDO岩崎八男理事長に來賓挨拶を頂きました。シンポ2日目は、あいにくかなりの雨降りとなりましたが、2日間を通して多くの方々に参加頂き、全登録者数は、430名に上り、このうち、海外からはフランスからのミッションを含め、参加者は、41名となりました。

東京大学の月尾嘉男教授が、「新時代を開拓するマイクロマシン」と題して基調講演を行いました。月尾先生は、科学技術を発展させるためには、未知の領域、すなわち、フロンティアに進出して行かなければならないとして、サイバースペース、インナースペース、マイクロスペースの3つを挙げ、その中でのマイクロマシンあるいは、マイクロマシン技術と人間の関わり合いの重要さと、マイクロマシンが新しい科学技術分野を開拓するのみならず、マイクロマシンが開拓するマイクロスペースが、科学を越え社会を更に変化させていくことを予測しながら研究を進めていく必要性について説かれていました。第1日目は、基調講演の他

には、内外から11名が招待講演者として招かれ、それぞれ、極めて有益なご講演をして頂きました。第2日目は、産業技術研究開発制度に基づく国家プロジェクト「マイクロマシン技術の研究開発」の第2期の計画の紹介と共に成果4テーマのプロゼンテーション及び当センターの事業の紹介が行われ、海外の参加者からも、企画、講演内容について高い評価を頂きました。

次回の国際シンポジウムの開催予定がアナウンスされ、積極的な参加が呼びかけられました。日程・開催場所は次の通りです。



会場を埋めた多数の参加者



欧州委員会 Mr. Forster 講演

第3回国際マイクロマシンシンポジウム開催予定

会期 1997年10月30日(木)・31日(金)

会場 科学技術館サイエンスホール・
東京北の丸公園

第2回国際マイクロマシンシンポジウム基調講演（抄録）

東京大学工学系研究科教授 月尾嘉男

1996年10月31日から2日間に渡って第2回国際マイクロマシンシンポジウムが開催されましたが、東京大学月尾嘉男教授による基調講演の抄録をお届けします。

私は現在、産業機械工学科に所属しており、マイクロマシン技術には関係が深いようですが、ご紹介頂きました経歴のように、もともと建築学科を卒業しておりますので、この分野は全くの素人です。そこで本日はマイクロマシンが21世紀の社会でどのような新しい役割を果たす可能性があるかということをお話しさせて頂きたいと思っております。

科学・技術・産業の歴史を振り返って見ますと、「フロンティア」というものが新しく広がったときに、科学は大きく発展しております。古典的な例で考えますと、天文学はごく初期には人間の肉眼だけで星を眺めて観察することによって科学を形成してきましたが、望遠鏡が発明されると観測できる星の数が一挙に何千倍にも増え、天文学が非常に発展しました。最近になると電波望遠鏡により、これまでの光学望遠鏡では見ることの出来なかった天体を観測することが可能になり、天文学がさらに発展しました。顕微鏡についても同様で、ごく初期の顕微鏡はせいぜい数十倍程度の拡大能力しかありませんでしたが、電子顕微鏡が発明されたり、最近のようにSTMという新しい顕微鏡が発明され、観測可能な範囲が拡大することにより科学が大変発展し、それを利用する技術、産業が発展してきたと思っております。

重要なことは、それが科学や技術の発展だけではなく、社会の発展とも密接に関係していることです。その一般法則は、まずフロンティアが拡大されることにより、そこに新しい理念や原理を発見することが可能になります。新しい原理が発見されると、それによって産業も含めた広い意味での新しい経済活動が活発になり、その結果、産業の構造や生活の様式が変化し、それ以前の社会の秩序が崩壊し、新しい社会の秩序が誕生する。人間の科学・技術・産業の歴史を調べてみると、おおよそ、このようになっています。

一つの例で検討してみたいと思っております。一般には18世紀から産業革命と言われるものが興りました。この革命によりもたらされた重要なことは、エネルギー原理の発見、大量生産産業の発明、近代社会秩序の形成の三つであると思っております。この三つの変化がどのように起こったかといいますと、まず、エネルギーを中心



月尾教授講演

とする新しい世界観もしくは、社会観が科学・技術の分野で開拓されました。それ以前の主要な技術は機械技術でした。機械の中でどのような原理が働いているかを科学者や技術者が研究し、それを応用した産業が形成されていきました。その代表的なものに時計があります。機械技術という限られた空間の中で科学者・技術者が努力をして発展させてきた成果が時計というものに結晶しているわけです。

ところが、18世紀の蒸気機関の発明、19世紀の内燃機関の発明によってエネルギーが社会を大きく動かすことがわかってきました。それによって社会の多くの活動がエネルギーという視点から理解される方向に進み、そのエネルギーを活用する新しい産業ができました。その初期は織物産業でしたが、それがやがて様々な製造業の分野に発展していくことになり、その新しい経済活動を一語に要約すれば「大量生産」と言われるものでした。それまでの製品の多くは手工業的に生産され、狭い範囲でしか流通しない形で供給されてきましたが、産業革命によって様々な商品が広範な社会に大量に供給される産業形態が出現した結果、社会に大きな変化が起き、これが現在までに続く近代社会の様々な秩序や体制と言われるものを作ってきたと思っております。

例えば都市の急速な発展は産業革命による大量生産という経済活動によって実現しました。具体的な例を

申し上げますと、イギリスに産業革命の発祥の都市として有名なマンチェスターやリバプールという都市があります。リバプールは産業革命以前には小さな港町であり、1760年代には人口3万人でした。ところが、産業革命が始まり、リバプールが世界への貿易の窓口になると、100年間で人口が約15倍の50万人に増加しました。マンチェスターも同様で、やはり3万人程度の人口が100年間で50万人程度に発展しました。世界の色々な都市が産業革命を契機として膨大な人口を抱えるような形で成長してきたのです。そのように私達自身の生活の基盤が大きく変わったと言えます。

また、芸術も産業革命によって大きく変わりました。産業革命以前の代表的な芸術家として音楽の分野にバッハやモーツァルトがいます。バッハは、教会というそれまでの古い社会の秩序を形成してきた組織に雇われていた作曲家です。彼の音楽の評価は別として、その性質は雇われている教会に貢献するものでした。モーツァルトも貴族に雇われ多くの作曲をしてきました。これが産業革命以前の芸術の形態です。ところが、産業革命以降の代表的な芸術家であるベートーベンは、ごく初期には貴族に雇われていた時期がありましたが、ほとんどの生涯は個人の意思で作曲をし生活をしてきました。弟子に教え、楽譜を売り、演奏会を開くなどして収入を得て作曲活動をしました。それは何故かと言うと、これまで音楽家を雇っていた貴族が社会の変化によって没落していったからです。新しい近代社会を形成する資本家層や商業階層がスポンサーになったため、ベートーベンはその新しい社会に合わせた形で作曲をするようになったのです。

絵画も同様です。スペインの王室に雇われていたベラスケスという画家がいます。彼は内面には皮肉を込めてその王室を描いていますが、基本的には、その王室の人々の肖像画を描くことによりその王室に貢献してきました。その後、同じスペインにゴヤという画家が現れ、スペインでの権力の横暴に対する反抗を描いた有名な絵画を沢山残していますが、社会に対する自分の意志を作品に表現しました。従来の社会秩序で成立していたものが、社会秩序の変化に伴い自身も変化するという仕組が、芸術にも当てはまることがわかります。

政治も産業革命の過程で変わってきました。イギリスでは長年、トーリー党とホイッグ党という二大政党が対抗して国内を統治してきました。古い社会秩序の中で地位を築いた地主や貴族が支持するトーリー党が長い間、強い権力を持っていましたが、19世紀中頃から労働者階級や新興の資本家層が大きな力を持つようになり、ホイッグ党が頻りに政権を取るようになり

ました。代表的な政治家はグラッドストーンで、彼は19世紀のイギリスで4回、合わせて16年間にわたり首相になりました。

蒸気機関、内燃機関の発明を起点とするエネルギー原理の技術が産業の仕組みを大きく変え、大量生産という新しい産業形態を作り出しただけでなく、社会の秩序も大きく変え、生活の形態、文化の形態、政治の形態も変えていくことによって、現在に続く社会を誕生させたということです。つまり、フロンティアというものは、単に科学技術に新しい展開をもたらすだけでなく、様々な連鎖反応を起こして究極的には社会を変えていく力を持っているということではないかと思えます。

最近の社会を見ますと、日本だけではなく世界的に産業活動の停滞、経済活動の停滞、科学技術の停滞という状況が見られると思います。日本について言えば、1973年のオイルショックまでは、対前年比二桁成長という勢いで経済活動が発展してきました。ところが、オイルショック以降、経済成長率は5%以下になり、最近では瞬間的にはマイナス成長、せいぜい1~2%の成長しか達成出来ないという状況になっています。この数値が象徴するように、昨今の社会は活発な時期と比較すると停滞している時期ではないかと思われま。その一つの大きな要因は、従来「フロンティア」と言われてきた分野のおおよその探査が終わり、次のフロンティアに向かうという準備期間もしくは、それを発見しなければならない時期に来ているからではないかと思えます。そこで、これから開拓すべき3つのフロンティアについてお話しさせていただきます。

1番目のフロンティアは、「サイバースペース」と言われるフロンティアです。この10年ほど、情報技術分野で革命的なことが起きています。コンピュータが安価に供給され、誰もがコンピュータを持つという社会が80年代から現実になってきました。どこから、どこへでも世界規模で自由に通信できる社会も80年代に実現しました。これが情報革命と言われるのは、個別に発展してきたコンピュータに代表される情報処理技術と電話に代表される情報通信技術とが一体となって利用され、新しい展望が開けてきたからだと思えます。それを暗示する象徴的な数字は、例えば、アメリカではコンピュータのうちネットワークに接続されているものは、1993年に55%、現在では80%になり、日本では15%弱から35%にまで上がっているというものです。これから数年で60~70%と半分以上のコンピュータがネットワークに接続される時代がくると予想されます。これが新しく始まった情報革命の本質ではないかと思えます。このような情報処理技術と情報通信技術とが

完全に一体となって使われている新しい領域を、最近、「サイバースペース」という言葉で表現するようになってきました。このフロンティアに新しい技術の原理や科学の原理が出てきたのは当然ですが、さらに、それを契機にした大きな変化が経済活動の中で動き始めています。一言で表現するならバーチャルエコノミー、仮想経済と言われる活動です。

ネクタイを買う場合をお考え下さい。これまではネクタイ専門店や百貨店へ行って、そこにある品物の中から選んでいました。サイバービジネス、バーチャルビジネスでは原理から変化しています。インターネットのホームページを探すと、ネクタイだけを扱っている店が何軒もあります。そのカタログを調べ、欲しい物を注文すると数日後には世界のどこへでもネクタイが届けられ、しかも百貨店の何分の一かの値段で手に入れることができます。日本各地の農家が生産している野菜を日本中のどこへでも配達するという新しいビジネスも、このバーチャルエコノミーの中で実現しています。「バーチャル八百屋」という商店がインターネットの中にあり、東北地方の米、四国地方の卵、中国地方のリンゴジュースなどを二、三日で配達するというビジネスをしています。それが革命的であるのは、これまでの社会で日本中の様々な商品を日本のどこへでも流通させようとすると、何百人もの従業員や多数のトラックを抱え、大量の情報処理をしなければ出来なかつたわけですが、「バーチャル八百屋」は兵庫県の地方都市に店を開き、たった一人で各地の野菜を日本中に流通させているからです。

もう一つの例をご紹介しますと、香川県の地方都市にある従業員40人位のウドン屋が世界にウドンを配達しています。これまでは、せいぜい香川県内とか四国という地域でしかビジネスをやっていた会社ですが、サイバースペースに進出した結果、ブラジル、アメリカ、中国からもウドンの注文が来るようになりました。これは従来は考えられなかつたことです。これまでのリアルスペースでは達成できなかったビジネスがサイバースペースの中で可能になったということです。これは新しい経済活動が出現しただけではなく、社会秩序が大きく変わろうとしているのではないかと想像されます。

これまでの産業社会は、一般に巨大な企業ほど力を発揮するという原則が働いていました。より大きな流通組織ほど、より広範囲に商品を流通させることが出来る社会でした。ところが今始まった新しいサイバースペースの秩序は、巨大ということが力を持つのではなく、小さくても同等の力を発揮できるというものです。むしろ、組織を維持するための経費を考えれば、

小さい組織ほど力を持つという新しい考え方も出始めてきたことになり、経営規模の原則が変わりつつあるということです。

これまでは供給する側が力を持っている社会でした。例えばネクタイを考えますと、ネクタイメーカーが社会の動向を予測し、自社の判断でデザインします。そのデザインしたネクタイを予測される市場規模に合わせて生産し、それを流通させることになります。小売店も様々なメーカーが作ったネクタイから自分の店で売れそうなものを選んで売るという選択をしていました。消費者は、その何重にも選択されて残ったものの中から選択するという仕組みで商品を購入してきました。ところが、コンピュータの端末で自分の好きなネクタイをデザインし、その情報をネクタイメーカーに送ると、直ちに染色してくれるという生産形態も始まっています。一人だけのために作られ、配達されてくるからと言って高いものではなくて、普通のネクタイよりも安く入手できます。従来の供給する側が力を持った経済体制から消費する側が力を持った経済体制へ移行するという革命も起こり始めたのです。かつて産業革命の時に政治や芸術の形態が変わったように、これからの政治や芸術の形態が変わる可能性があります。これまでのデザイナーという職業の人々に代わり普通の人々がデザインをする形で芸術の形態が変わっていく可能性も出てきたということです。

サイバースペースで発生しようとしていることは、技術に着目すれば、情報処理と情報通信が一体となった新しい技術が社会の中に普及して来たということです。しかし、それは従来の社会では成立し得なかつた新しい経済活動を次々と生み出し、その社会のなかで主役を務める人々が力を持つ新しい社会秩序が出現しようとしているのです。このサイバースペースは21世紀の巨大なフロンティアとして社会を変える力になるのではないかと思います。

第2のフロンティアは「インナースペース」と言われるものです。インナースペースとは、脳を解明しようということによって出発した新しい分野です。これは科学技術の分野で言えば、非デカルト的な新しい科学体系を作り出す可能性を持っていると思います。

私達がどっぷり浸っている現代科学の大半の起源はデカルトの還元主義の哲学とニュートンの万有引力の法則が象徴する普遍主義の原理に到達すると思います。デカルトは思考する人間とその外部にある環境とを区別し、人間を除外した環境だけを対象とする科学を発展させるという原理を唱えました。これは現代科学が発展する大きな力になった思想です。個々に違う思考を持つ人間を除外して、共通に扱えるものだけを対象

にする科学を作り出すことに成功したということです。デカルトのもう一つの偉大な業績は、対象とする自然の現象も、判っていることと判っていないことに分けて、判っていることだけで科学の原理を構成するという考え方を作ったことです。これが科学を発展させることに大変貢献しました。ニュートンの万有引力の法則に象徴されることは、どこでも普遍的に成立する科学を実現させたことです。それ以前の中世世界では科学は多様でした。日本にも、アラビアにも、中国にもそれぞれ独自の科学があり、それぞれ違う体系を構成していました。ところがニュートンの原理により、万有引力の法則のような、地球でも宇宙でも、どこでも適用できる原理を発見することが重要であり、ある地域だけでしか妥当性を持たないものは科学の原則とは言えないという方針が確立され、それが科学の主流となりました。これが現代まで科学を発展させてきた重要な原理です。

インナースペースの研究の第一の意味は、デカルトが扱わないとした対象を扱おうとしていることであり、第二は個性的なものを扱うことだと思います。まさに非デカルト的、非ニュートン的な科学の出発です。それぞれ個人の発想が違う、意見が違う、思考が違うという「違う」ことの根源に迫っていくことです。そのような視点からすると、これからの科学は、多様な対象、統一原理ではない方法で研究していく可能性が大きくなっていくのではないかと思います。インナースペースへ突き進んでいくことは、少なくとも400年近く続いてきたデカルトという一人の天才から発展した科学の原理を、場合によっては別の原理に置き換え、新しい原理を科学に持ち込む可能性も、もたらすことになっていくと思います。

それでは、それがどのように社会に反映されるかという、一つの可能性としては、個人の多様性に対応した経済活動が活発になることだと思います。個人によって違う、環境によって違う、時間によって違うものを対象とする経済活動が出現する可能性です。従来のように大衆を相手にした経済活動から個人を対象とした経済活動への移行が起こることです。まだ、インナースペースの研究と経済活動は密接には関連していませんが、今後、インナースペースの研究が発展していく過程で、個人の感性に対応した新しい経済活動が大きく発展していく可能性が出てくると思います。それが進んでいくと、例えば、政治も現在のように大衆を対象とした政治とか、行政も大衆を対象としたサービスを行うという体制でなく、個人の要望に対応する行政、個人の需要に対応できる産業が出現しはじめ、このような動きがこれからの社会の秩序を形成してい

く可能性が出てくると思います。多様な感情、多様な趣味を、平均とか、最小値とか、最大値とかいうもので判断するのではない新しい社会が出てくる可能性が充分予想されるのです。

3番目の新しいフロンティアは「マイクロスペース」です。現在の科学技術の大半はレイノルズ数で言えば1以上の世界を対象としています。ところが、マイクロマシンが扱う領域はレイノルズ数が極端に小さい世界です。そうすると、これまで長年にわたり蓄積されてきた科学技術の原理が適用できるか判らないこととなります。動力を考えても、従来の技術や産業分野では無視されていたようなエネルギー源が重要になることも予想されます。例えば、ATP（注参照）が大変重要なエネルギー源として、これからの人間が作った技術の中で使われる可能性もあることとなります。そういう原理的な新しい科学の変化も起きますが、特に、新しい社会へ発展していく重要なことは、私達が科学や技術の対象を観察していた視点ではない視点から対象を見るということが、これからの社会を変革する可能性があるということです。例えば、医学は人間を外部から診断するというで発展してきました。しかし、マイクロマシンが実用になると、血管の内側や様々な臓器の内側から人間を見るという視点が出現することになります。もっと大きなもので言えば、プラントの検査技術は、従来、外部から点検するという形で発展してきましたが、これからは、どんな細いパイプでも内部から見て検査するという新しい発想に立った技術が出てくる可能性があるということです。

視点の変化がそれほど重大なことかと思われるかもしれませんが、これは大変重要です。例えば、ルネッサンスの時代に透視画法という自然を表現する新しい技術が発明されましたが、これは社会に多大の影響を与えました。それ以前の西洋絵画は、天上の神が社会を見たらどのように見えるかという視点で描かれ、地上から見た絵は極めて少なく例外的でした。モナリザの絵を思い出していただくと、人間と遠景との大きさの比率が極端に違ってきます。その背景は非常に高い視点から描かれており、神が自然を見ればこのように見えるのではないかという形で描かれています。ところがルネッサンスの最盛期になると、ほとんどの絵画が地上の人間の視点で描くということになりました。都市を描くのも地上から描く、人間を描くのも人間が立った地点から見て描くという形で絵画が描かれるようになりました。それが、ひいては人間が中心であるというヒューマニズムと言われる思想に発展していったと理解されています。視点が変わるということは、大きな変化を社会にもたらす可能性があるということ

です。マイクロマシンは技術や産業の観点からも重要ですが、それよりも、マイクロマシンによって科学が視点を外側から内側へ移し、社会に大きな変化をもたらすということが重要だと思います。

その変化は微小なものの生産が大きな比率を占める経済社会の構築に発展すると思います。これまでの経済活動を調べますと、一般には、大きなものが価格も高いという経済を構成し、鉄という重いもの、船という容積の大きなもの、自動車という重量のあるもの、これらが経済活動の大きな範囲を占めていました。経済全体の中で微小なものが占める割合は小さかったのですが、これからは大きな比率を占めるようになり、そこから様々な社会変化が起きていくと思います。

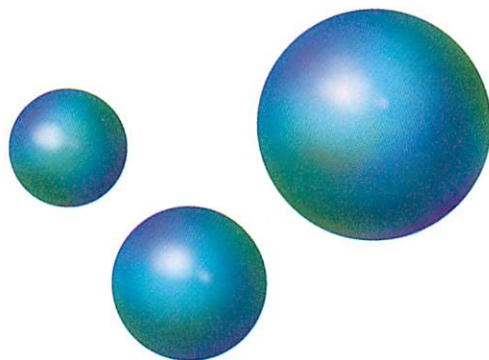
もう一つ大事な点は、様々な秩序が混在する社会が成立することになるだろうということです。最近、流行しはじめたサンタフェ研究所の成果である複雑性という概念が新しい科学を形成しそうだと言われています。知られていない要素を入れた科学は構成できないというのが一般的でしたが、複雑性という概念は、それをも含めた対象を科学の対象とすることが出来る可能性を暗示するような方法を開拓しています。外側から見た秩序と同時に、内側から見た秩序を混在させる新しい社会を作り得る可能性がマイクロマシンにあるのではないかと思います。内側から見ると、これまでの科学のように共通する原理だけで構成する

のではなく、個別の対象に合わせた製品が作られるということです。そうすると、その影響が社会の中に及んでいき、多様な価値観が社会の中に共存するようになると思います。ニュートンの万有引力の法則のような普遍性のある原理で作られていた科学が終了し、日本やアラビアなど、それぞれの地域に立脚した多様な科学というものが発展し、それらが共存することが可能な世界が形成し直される可能性が強まるのではないかと思います。

お考え頂きたいことは、マイクロマシンが新しい科学技術を開拓していくことだけにとどまらず、それが開拓する新しいフロンティアであるマイクロスペースは、科学以外の分野も変化させていく大きな力を持つということを充分予測しながら研究を進めていただくことではないかと思います。

この分野については素人の目から見たマイクロマシンや、それと同時に起こりつつある新しいフロンティアが、これからの社会に何を発生させようとしているかということをお話しさせて頂きました。皆様が研究を進められる上で、少しでもお役に立てば光栄です。

注、ATP：アデノシン二リン酸にさらに1個のリン酸基が結合した高エネルギー化合物。全ての生物体のエネルギー伝達物として代謝に極めて重要な化合物。



第7回マイクロマシン展開催される

マイクロマシンは、将来経済社会の広範囲な分野に普及し、中核的な役割を担っていくものと期待されていますが、まだ様々な技術の開発及び交流が必要とされています。

このような状況の中で、当センターとマイクロマシン研究会（東京）は、マイクロマシンのその応用分野に係わる研究・開発者、技術者、経営・管理者、国公立の研究機関・大学・高等専等で活躍されている研究者をはじめとして、様々な産業分野の研究開発、設計、技術、生産・製造、経営・管理に携わる専門家及び購買担当者が互いに情報を提供し、他分野での研究情報の集積、新たな技術の可能性の発見、あるいは、技術開発上での様々な課題を解決する糸口を得るための場となるよう“夢をはぐくむ技術マイクロマシン”をテーマにマイクロマシン展を10月30日から11月1日の3日間科学技術館で開催しました。

本展示会は第7回を迎え、58の企業・団体・大学・研究機関からマイクロマシンに関する最新技術や研究成果等の展示がなされ、我が国における最大規模のマイクロマシン展となりました。出展品目は別表のよう

に多岐にわたっています。

今回の展示では、マイクロマシン製造関連装置、コンポーネントとしての各種アクチュエータ及びマイクロマシンの評価・計測技術の展示が多く見受けられました。

マイクロマシンの研究開発にかかわる企業にとっては、技術、装置、製品をPRするための場、大学・国公立の研究機関等にとっては、研究成果の発表の場、また、新規参入企業にとっては、製品、技術の発表のための絶好の機会となったものと推察します。

また、第2回国際マイクロマシンシンポジウムも、10月31日から11月1日の2日間同時に開催されましたので、マイクロマシンの研究・開発に携わっている専門家や技術者が、日本各地はもとより、海外からも多数来場され国際交流の場になったものと確信しています。

本展示会には、3日間、3,169名と多くの方々来場され、熱心に展示品説明パネルを眺め、説明員から詳細説明を受けている光景が見受けられました。

出 展 品 目

- ・ マイクロマシン
試作品、応用品、実用品、その他
- ・ コンポーネント及びその応用システム
アクチュエータ、センサ、電子デバイス、マイクロメカニクス機構部品等
- ・ マイクロメカトロニクス関連システム
マイクロエレクトロニクス、マイクロオプティクス、マイクロメカニクス等
- ・ 分子機械関連技術
分子設計等
- ・ マイクロマシン製造関連機器・材料
製造関連装置：マイクロマシニング、接合、リソグラフィ、薄膜製造、微細加工、超精密加工等
材料：金属、磁性材料、ポリマー、セラミック、半導体等
- ・ マイクロマシン評価技術・機器
分析・計測装置：SEM、TEM、STM、AFM、タンパク質分析装置等
シミュレーション、CAD等



マイクロマシン展開催式



展示会場内風景

地球環境分野におけるマイクロマシン技術のアプリケーションに関する海外ワークショップ ANGLO-JAPANESE WORKSHOP Microengineering and the Global Environment

「マイクロマシン技術のアプリケーションに関する調査研究」の一環として、イギリスにてワークショップを開催し、地球環境分野におけるアプリケーションについて話し合いました。あわせて欧州の主要なマイクロマシン技術研究機関を訪問し、技術動向を調査しました。

○海外ワークショップ（イギリス）

【開催日】1996年11月13日（水）～15日（金）

【場所】The Cosener's House（RAL；Rutherford Appleton Laboratoryの施設）

【主催】MCIGA（Microengineering Common Interest Group）およびMMC

【参加者】英国、独国：18名（Imperial College, RAL, British Nuclear Fuel Limited, Exitech Limited等からの参加）

日本：10名

- ・工技院資源環境技術総合研究所
主任研究官 田尾博明
- ・調査研究委員会ワーキンググループ
主査 北原時雄（工業技術院機械技術研究所）
ほか6名
- ・マイクロマシンセンター2名

【概要】日本側からは、田尾主任研究官が日本の環境問題への取り組みの総括的な話と、環境診断分野に求められるマイクロマシン技術、特に化学分析器の小型軽量化への期待について述べたあと、議長を務めたProf. Dorey (Imperial College) がイギリスの環境対策の概要と企業の環境監視センサ開発への期待について述べました。

ワーキンググループ委員からは環境問題とマイクロマシン技術の関わり的事例として、マイクロファクトリの省エネルギー効果、マイクロファクトリを構成するマイクロ旋盤や圧電マニピュレータについての技術紹介を行いました。医療の側面からはカテーテル等の低浸襲診断・治療をもたらす医療廃棄物の抑制効果の紹介を行いました。また、モニタリングデバイスに欠かすことのできない光発電デバイスやActive Pixel Sensor（撮像素子）についての環境問題をふまえた紹介や、環境負荷を考慮したい新しい設計手法（グリーンデザイン）のマイクロマシンへの適用例の紹介も行いました。マイクロマシンセンターから、産技プロジェ

クト第1期の研究成果、第2期の研究計画、絵画コンテストに見る子供が描く環境問題へのアプリケーションについて紹介を行い、いずれも大きな反響を得ました。

イギリス側からは、ワンチップのケミカルプラントや、マイクロ質量分析器などのデバイス加工技術の紹介が行われました。全体としてLIGA技術も含めた低コストの加工技術を目指した産業直結の研究開発の姿勢を伺い知ることができました。

○研究機関訪問

ベルギーのルーベンカトリック大学、イギリスのRAL及びExitech社を訪問し、施設や研究内容を視察しました。

ルーベンカトリック大学は、メカニカルセンサ、ケミカルセンサの医用応用の研究が中心で、生体へのインプラントテレメトリングシステムの実績をあげています。RALのCentral Microstructure Facilityは、EB、FIB、RIE、エキシマレーザ加工機を保有し、企業や大学との連携をとりながら中心的にマイクロ加工技術の研究を行っている部門です。Exitech社は、エキシマレーザ加工システムの会社であり、マスクの動きを制御したり、ハーフトーンマスクを用いるなどの工夫で、ポリイミドなどに対するユニークな3次元加工の研究を行っていました。

今回のワークショップ及び研究機関の訪問を通じて、欧州のマイクロマシン研究の一端を知ることができるとともに、環境問題とマイクロマシンアプリケーションとの接点に関してのヒントを得ることができました。



Prof. Doreyによる基調スピーチ

長野マイクロマシンセミナー開催される

長野マイクロマシンセミナーは、平成8年10月1日（火）の午後、当センターと長野県精密工業試験場、(財)長野県テクノハイランド開発機構、(財)浅間テクノポリス開発機構、長野県精密加工技術研究会との共催で、岡谷市の長野県精密工業試験場講堂で開催されました。

本セミナーでは、最近のマイクロマシン技術を解説するとともに、現在(財)マイクロマシンセンターを中心に進められている産業科学技術研究開発制度プロジェクト「マイクロマシン技術開発」の成果の中から、長野県地方に関連の深い微細加工技術についての具体的な成果が紹介されました。講演では、MMC平野隆之専務理事、工業技術院機械技術研究所石川雄一室長が、それぞれ「MMCの事業活動」、「マイクロマシン技術の概要」について講演を行い、更に、次の内容の産業科学技術研究開発制度プロジェクトの成果紹介を行いました。

「SRを用いたセラミックス微細加工技術」

住友電気工業(株) 播磨研究所 奥山 浩 氏
「マイクロ超精密加工」

ファナック(株) 基礎技術研究所 沢田 潔 氏
「マイクロ流体デバイスとその組立・加工技術」

(株)日立製作所 機械研究所 原田 武 氏
「マイクロファクトリーとマイクロ加工技術」

セイコー電子工業(株) 技術総括部 古田一吉 氏

長野県は、県の施策として県内を4つのブロックに分け、長野県精密工業試験場等の公的機関を通して県内の精密・電子工業に関連する企業の振興と発展を図るため、精密測定技術、精密加工技術、表面処理技術、電子技術、薄膜化技術などの技術指導、施設開放、応用・開発研究、人材養成などをおこなっています。長野県内のこれらの企業は、精密加工分野において、国内ではトップレベルの技術力を有し、日頃の生産活動において構成部品の微細化により多機能・高集積化した製品の生産を行っています。また、これらの企業は現状維持に止まることなく、製品の構成部品の微細化に関連するこれから先の生産技術についても、現状を越えた微細加工技術に対しては強い関心をもっているようです。そのため、マイクロマシン技術は、これからの生産技術の一つとして導入すべきキーテクノロジーであるとの認識から、このセミナーに寄せる関心は高く、長野県内の精密・電子工業に関連する企業約30社からの聴講者とセミナー会場となった長野県精密工業試験場の職員の方々を合わせて関係者約100名が参加し、講演に対して活発な質疑応答が行われ、有意義なセミナーとなりました。



長野でのセミナー風景

株式会社アイシン・コスモス研究所

1. マイクロマシン技術への取り組み方針

電子技術の飛躍的な発展に較べて小型化が遅れていた機械技術の分野にもマイクロマシン技術が登場し大きく変わろうとしています。機械の大変革が起きるかもしれない、今こそこの技術に取り組むべきだ、という思いで研究開発を始めました。“新しい思想、技術などが生まれ、従来の製品を大きく変革し新しい機能を持った機械システムの実現につながる研究開発をしよう(堀社長談)、とポンプなどの流体デバイスや自動車用のマイクロセンサをテーマに、生物のメカニズムなどを参考にしながら、マイクロマシン技術に取り組んできました。今ではマクロマシン技術の素性の良さが解り、互いに夢を語れるようになってきています。ただ、マイクロマシンを実現するためには設計、製作、計測・評価について、まだまだ基本に立ち返って取り組むことが必要であります。技術者が夢を持ち続けられるためにはその技術がどのような製品として、システムとして我々の生活に役立つのか、常に見える形にしておくことが重要である、と考えます。

2. マイクロマシン技術の開発

マイクロな世界では摩擦や粘性、熱などが基本的な課題であると言われています。マイクロマシンとは何か、この命題の答えは一つにこれらマイクロ領域で支配的となる課題について回答を得ることであると思います。当社では新しい思想、技術を生むためには、この技術領域にまず取り組むことが大切であると考え、微流量を連続的に輸液できるマイクロポンプを例に研究開発を進めています。図1はこの程開発したペリスタリック型

の光駆動マイクロポンプです。このポンプは、蚊の吸血メカニズムをヒントにして開発しました。蚊の吸血ポンプは口腔ポンプと咽頭ポンプの2連



図1. 光駆動マイクロポンプ

球からなり、先端から上唇上挙筋、前咽頭バルブ、後咽頭バルブで仕切られた構造です。バルブはバルブ筋によって開閉され、血液の方向を制御しています。蚊はヒトの心臓の10倍以上の圧力差で、10cm/sec以上の速さで血液を吸引しています¹⁾。液体の通路の側壁にダイヤフラムを配することで、ダイヤフラムをアクティブバルブとしても機能させています。



社長 堀 孝信

又、エネルギーとして光を利用しています。光ファイバーを使うことで高いエネルギーを局所に供給できることから、狭い配管内や血管内でも使用できるようになります。マイクロポンプを構成する各光アクチュエータは光エネルギーによって液体が相変化するときの発生圧力を利用することで高圧を発生できます。現在、光によってポンプを作動させた段階ですが、光供給方法や駆動方法等を工夫することで更に小形にでき、更に高性能化が可能になるものと考えています。その為

に光供給用光導波路の研究やマイクロ光造形法による3次元流路の製作などに取り組んでいます。図2はマイクロ光造形法で製作したマイクログリッパの把持部の例で、バネ機構を中央部に一体的に形成したものです。

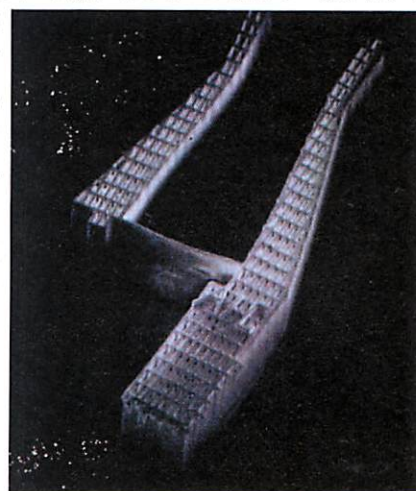


図2. マイクロ把持機構

3. 今後の取り組み

マイクロマシン技術は従来のもの作りの延長のみで考えるだけでなく、新たな発想・アイデアを必要とすることから既存製品の変革のみならず、新市場を創出するシーズを生み出す可能性が高いと言えます。今後、情報化や高齢化が急ピッチで進み、より一層人に優しく安全で信頼性の高い商品を提供することが不可欠となってきます。当社もマイクロマシン技術を積極的に活用し、よりフレンドリーな製品開発を通して社会に貢献していきたい、と考えています。

参考文献

- 1) 池庄司敏明、“蚊”、東京大学出版

(株)アイシン・コスモス研究所

エレクトロニクス分野副主席研究員；成瀬 好廣)

オムロン株式会社

1. マイクロマシン技術への取り組み

当社の製品群の中には種々のセンサがありますが、技術の流れの中で見てみますとそれらは常に微小化の方向を目指しています。しかし従来技術の延長上ではこの方向を突き進めるには限界のあることを感じていました。一方、半導体技術を足がかりとして出てきたマイクロマシン技術のコンセプトは半導体技術と機械技術を融合した新しいパラダイムの創出を意図するものであります。そしてそこには微小化に対する障壁を突き破る技術手段の創造があるものと考えました。

このような観点で当社はマイクロマシンの産技プロジェクトに参加し、認識手段の小型化の研究課題に取り組んでいます。

2. マイクロマシン技術の開発

画像認識手段で最もよく知られていて優れた方法はC Dカメラを用いる方法です。

しかしこの方法は画像処理の計算機負荷が大きいこと、明るい場所でないと認識できないために、これを微小機械に持ち込むには難しい問題を解決しなければなりません。そこで当社では鏡を機械的共振現象によって振動させ、その反射光を振らせれば、スキャンングのための計算機負荷は減らせると考えました。

この方式のよいところは共振を使っているために、鏡を動かすための動力が少なくすむこと、光を照射しているため認識のための照明は不要であることがあげられます。開発した装置は図1に示すような構造をしています。

図に示すようにここでは鏡とそれを支える支柱が共振系を構成し、この系では支柱の曲げとねじりの共振モードを持っています。したがって鏡にレーザー光をあてると、鏡で反射された光は、横方向と縦方向に振れることになります。

このようにして投射された光は鏡の前方に何もなければ戻

りませんが、何かあるとこの光は戻ってきます。そのため支柱の動きを検出していれば投射された光の方向を求められることができます。したがって光が戻ってくればその方向には何かがあ

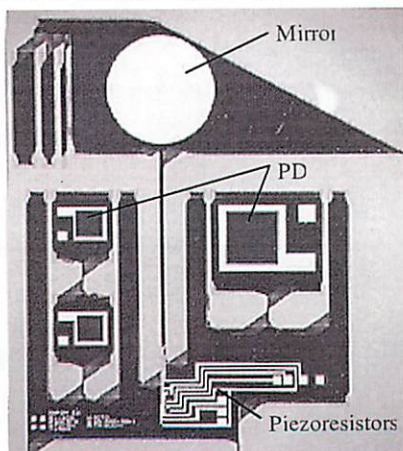


図1. 試作したスキャナー本体



技術本部顧問 矢田 恒二

ることが判ります。そこで戻ってきた光を検出するための受光素子を設けることによって環境を認識できます。図はこれらの素子をプロセス技術を用いて、シリコンウエーハ上に一体化したものです。

これらの装置を産技プロジェクトの第1期では所定の寸法に収め、性能的にも必要な機能を持っていることを確認しました。しかし光源と鏡を振らすための動力源は通常のものを用いたために、装置としてはまだ完全に一体化できたものとは言えない状態でした。とくに動力源は圧電素子を用いましたが、通常のものでは十分な小型化を実現できない状態でした。そこで別途薄膜の圧電素子の開発を行うことにしました。

圧電薄膜を得るための方法としてはいくつかの方法が考えられますが、ここではスパッター法を用いています。図2に

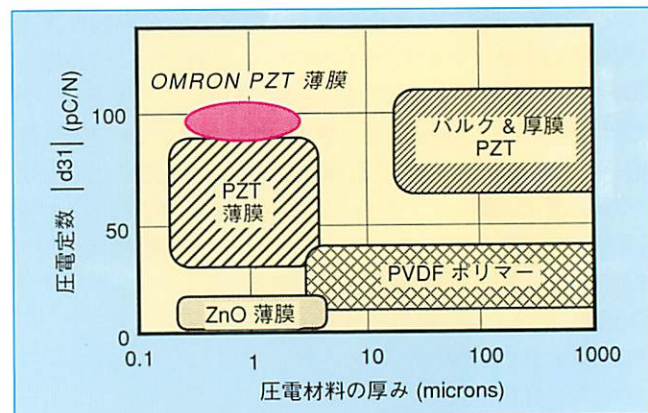


図2. PZT薄膜の特性

示す結果はバルク材相当の圧電特性をもち、世界的にも最高の特性を示すものであると自負しています。これによってさらに小型化を実現できる手段を獲得したものと考えています。

3. 今後の取り組み

過去5年間の研究の流れを見てみますと物を小さくすることに対する手段は増えてきたように考えられますが、それを一つのシステムとしてまとめるための周辺の部分が見えない感じがします。マイクロマシンが一つの技術として完結するためには尚多くの課題があると考えています。

(オムロン(株) 技術本部顧問; 矢田 恒二)

来日したPaolo Dario教授（伊）とのインタビュー

イタリア・ピサにある聖アンナ大学のPaolo Dario教授が、東京の科学技術館で開催された第2回国際マイクロマシンシンポジウムに出席のため来日されました。同教授にインタビューする機会を得ましたので、同教授らの研究所における最近のマイクロマシン研究の現状を伺いました。



Q：先生のいらっしゃる大学および研究所について教えてください。

A：聖アンナ大学はイタリアのピサにある公立の大学で、私はMedical Robotics and Mechatronics部門を担当しております。私の属するMicrofabrication Technologies Laboratory (MiTech Lab) はAdvanced Robotics Technologies and Systems (ARTS) Laboratoryの1部門として1991年に設立、院生、ポスドクを含む25名の研究スタッフでマイクロテクノロジーの研究を行っております。

MiTech Labの主な使命は理論研究と微小部品・システムの加工技術の開発であります。MiTech Labではマイクロ工学を確立するために多岐にわたる研究を行っており、その中でも特に微小部品の設計加工、マイクロロボットのようなシステムの実現を目指しています。

Q：研究室での研究内容についてお聞かせ下さい。

A：我々の研究所は医療応用を中心とした複数のプロジェクトに参画しており、その中で我々はシステムインテグレーションを役割としています。そのため研究の幅は広いですが、特にメカニカルな分野と生物学的な分野からマイクロシステムへアプローチすることに興味があります。それらを実現するためにマイクロステレオリソグラフィ、レーザマシニング、LB膜、LIGA、Siプロセスなど各種加工技術の研究に取り組んでおります。

主なプロジェクトの概要は次の通りです。

(1) **Shape Memory Alloy Micro-Actuators for Medical Applications**：医療用マイクロマシンに搭載する形状記憶合金を使ったインテグレーション方式のアクチュエータを研究しており、半自律のマイクロロボットを開発しました。DDS、低浸襲医療機器等への展開を考えています。

(2) **Intelligent Neural Interface**：シリコンの微細加工により電極を作製し、これを通して切断した神経束の接続を行うことにより、交通事故で腕や足を

失った人の義肢を脳からの信号で動かすことに応用したいと考えています。

(3) **Micro Total Chemical Analysis System**：化学分析用マイクロラボの設計を目標にしています。

Q：それら研究の財政的な支援はどこからお受けになっていますか。

A：今のところ、その多くのEUのプロジェクトから受けております。例えば情報技術部門のESPRIT、自動化部門のBRITTE-EURAM、医療技術部門のBIOMEDといったところですが、また、私企業やイタリア産業界からも支援を受けております。

Q：マイクロマシン研究の在り方についてご意見をお持ちとか。

A：マイクロ化には2つの流れがあり、1つはMST、MEMSに見られるシリコンプロセスの延長で、もう1つはメカトロニクスのマイクロ化であるといえます。前者はシステムの小型化、機能高度化、低コスト化に大きく貢献するものとして非常に重要であります。後者は産業界に大きな進歩をもたらすキーになり得る可能性を持っており、特に日本において活発であります。私はその両方がマイクロシステムの革新的研究に重要であり必要であると考えており、それがマルチディシプリナリーな研究を行っている所以でもあります。私はそれら2つが相互補完することにより大きな市場を作るものと信じています。

Q：最後にマイクロマシン研究における先生の夢などがありましたらお聞かせ下さい。

A：マイクロマシンの現実的な製品を見たいですね。もちろん、我々が開発した医療応用が何か。さらに、基礎的研究を行うと同時に学生教育にも力を入れたいです。それらが、マイクロマシン分野の根本的な成功の重要な要素なのであります。

(マイクロマシンセンター編集委員；倉橋崇)

第15回 IARP-JCF会議 15th IARP Joint Coordinating Forum Meeting

第15回 IARP-JCF会議 (International Advanced Robotics Programme-Joint Coordinating Forum meeting) が10月4日～5日の2日間、ドイツのカールスルーエにて開催されました。

この会議は、1982年より将来の先端ロボット技術開発における国際的な協力の促進を目的に毎年開催されてきたもので、今回はオーストラリア、オーストリア、カナダ、フランス、ドイツ、イタリア、日本、アメリカ、スペイン、ロシアの10カ国（イギリス、中国は欠席）の代表が集まり、将来のロボット技術の開発の方向性について活発な議論がなされました。

会議は事務局であるフランス代表 Georges Giralt (CNRSシステム研究所) の作成した将来のロボット技術開発の動向についてのレポートの紹介から始まり、続いて各国の先端ロボット技術開発の動向の紹介が行われました。その中で日本からは今後の研究開発の方向と、具体的な活動例として平成8年度よりスタートした先導研究であるフレンドリーネットワークロボティクスの研究と産技プロジェクトのマイクロマシン技術の研究が紹介されました。マイクロマシン技術の研究に関しては、第2期に取り組む4つの試作システムの概要が紹介されましたが、ユニークなシステムを対象に幅広い技術の研究をしている点に興味をもたれました。

アメリカ、フランス、ドイツ、イタリアでも、これまで人間の代わりに危険な作業や単純な作業をするロボット開発から、人間と共存して、技術者でない一般の人たちを相手に作業するロボット開発が中心となってきており、マンマシンインターフェースの各種センサーやモニタリングデバイスとしてマイクロマシン技

術は重要な技術の一つとなっています。

他国のマイクロマシン技術に関する具体的な取り組みとしては、アメリカから Minifactory と呼ばれるテーブルトップサイズの製造装置（組立のマニピュレータが2自由度のみで産技プロのマイクロファクトリに比べ簡単な組立装置）が、ロシアから医療用マイクロマシンの一部として直径2mmのモータが紹介されました。

その後、紹介された技術をもとに活発な討議がなされ、将来のロボット技術の開発の方向性と IARP の活動方針がまとめられ、承認されました。

出席者：

| | |
|---------|-----------------------------|
| オーストラリア | S. Ramakrishnan (Rama) (代表) |
| オーストリア | Peter Kopacek (代表) |
| カナダ | David G. Hunter (代表) |
| フランス | Georges Giralt (代表) |
| ドイツ | Manfred Dreher (政府代表) |
| | Tom Martin (事務局代表) |
| | Ursula Frey (事務局) |
| | Rudiger Dillmann (事務局) |
| | Gerd Hirzinger (専門家) |
| イタリア | Giuseppe Mosci (代表) |
| | Giulio Sandini (専門家) |
| 日本 | 濱野 径雄 (代表：工技院) |
| | 小森谷 清 (機械技術研究所) |
| | 鶴田 和弘 (MMC) |
| アメリカ | Norman Caplan (代表) |
| | Takeo Kanade (専門家) |
| ロシア | Valery Gradetsky (代表) |
| スペイン | Jose de No (代表) |



アジアフォーラム

当センターでは国際交流活動の自主事業の一環として平成8年10月29日に当センター会議室においてアジアフォーラムを開催しました。今回、第2回国際マイクロマシンシンポジウム、第7回マイクロマシン展の開催に時期を合わせて、マイクロマシン技術に関心を持つアジア諸国・地域の方々に呼びかけ、交流とネットワーク作りを図るため初めて開催されたものです。

会議では、東京大学の佐藤知正教授が議長となり、通商産業省産業機械課牧内勝哉課長補佐を来賓に迎え、また、当センターで設けられている国際委員会委員の方々にオブザーバとして列席して頂き、当センターの活動状況及び産技プロジェクトを中心とした日本のマイクロマシン技術研究開発の現状が紹介され、アジア諸国・地域からは、マイクロマシン技術への取り組み方についてのプレゼンテーションがありました。国・地域によって取り組み方は様々ですが、各国の現状が相互によく理解されました。討論では、各国とも日本の産技プロジェクト及び将来のアプリケーションについての質問・意見が多く交わされ、午後半日の予定時

間をオーバーするものとなりました。アジア諸国・地域を直接結びつけるこのような試みは初めてで、有意義な会議となりました。

このあと開かれた懇親パーティーには、通商産業省産業機械課中嶋誠課長に來賓としてご出席頂くとともに、賛助会員各社からのご参加も頂き、意見交換も活発に行われ盛大な集まりとなりました。

フォーラム閉会に際して議長サマリーが発表され、その中で発表及び討議を通じての結論として以下のことが述べられました。

- ・相互を知る成果が得られた。
- ・アジアでのマイクロマシンの技術の新しいネットワークが樹立された。
- ・各国／各地域でのより一層相互交流活動が必要であろう。
- ・アジアフォーラムの継続は有意義だ。

また、次回は数年内に開催されるであろうことを希望する旨が述べられました。

アジアフォーラムの日本以外の国・地域からの参加者は、次の通りです。

| | |
|--------|---|
| 中国 | Prof. ZHOU Zhao Ying, Tsinghua University |
| 香港 | Dr. H. C. MAN, The Hong Kong Polytechnic University |
| 韓国 | Prof. Min-Koo HAN, Seoul National University |
| マレーシア | Ph. D. CHONG Chok Ngee, Standards and Industrial Research Institute of Malaysia |
| シンガポール | Dr. ZHOU Libo, Gintic Institute of Manufacturing Technology |
| 台湾 | Dr. Min-shyong LIN, Industrial Technology Research Institute |
| タイ | Mr. Prasert AKKHARAPRATHOMPHONG, Chulalongkorn University |



アジアフォーラム風景

入門講座 マイクロマシン技術の応用 (第2回)

今回は工業生産分野を取り上げて、マイクロマシン技術によって実現されるマイクロファクトリ¹⁾とその応用例を紹介します。

1. はじめに

現在の工業生産システムでは、小型製品を生産する場合でも、加工や組立における精度や速度を上げるために、コンピュータなどの構造体部分の剛性を上げて、自重や加工反力による変形等を抑える方法で対応しています。その結果、生産物(部品)に対して生産システムが相対的に非常に大きくなり、工場の消費エネルギー、スペース等の面で大きな無駄が生じています。例えば、時計、カメラ等の小型精密機器は、多数のミリメートルサイズの部品で構成されていますが、精度を保つために、その製作には等身大(メートルサイズ)の工作機械やロボットが使われています。このため、たとえば1g程度の部品を垂直に40cm持ち上げるために必要な仕事量は理論的にはわずか4mJなのに対して、この作業を行う組立用ロボットはおよそ75Jを必要とします。そしてこの例では、理論上必要なエネルギーの約2万倍のエネルギーを消費していることになります。

2. マイクロファクトリ

小型工業製品や少量の化学製品等を製造する場合、その寸法や量にあわせて生産システムを小型化することにより、工場で消費されるエネルギーを著しく低減させることができます。なぜなら、生産システムの稼働に必要なエネルギーは、その体積(重量)や移送距離にほぼ比例するからです。生産システムの小型化により、工場建設の資材なども低減します。当然のことながら、省スペースという効果もあります。さらには、システムとしての柔軟性の向上も期待されています。

机の上に置けるような大きさの工場を「マイクロファクトリ」と呼んでいます。そして、このマイクロファクトリを実現させるためには、

マイクロマシン技術で製作された様々な機能の超小型デバイスが必要です。さらに、このような工場は従来

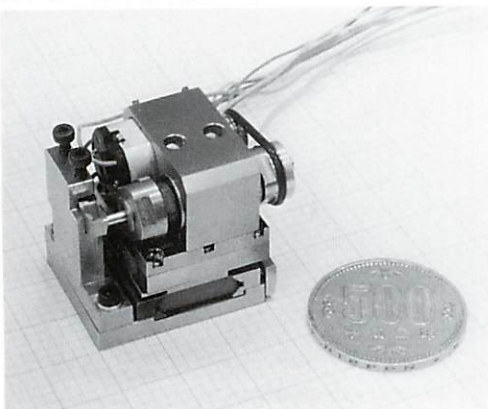


図1. マイクロ旋盤 (機械技術研究所提供)

の生産システムとは異なる、マイクロマシンの特長を活かしたシステム構成にする必要があります。

近年、様々な微細加工技術を利用して、数 $10\mu\text{m}$ の機械部品やsub-mmのモータ、アクチュエータ等が製作できるようになってきました。また最近、図1に示す大きさがわずか3cm立方のマイクロ旋盤も開発されました。²⁾ このように、マイクロファクトリもかなり現実味を帯びたものになってきました。

3. 応用例

「マイクロファクトリ」の特長として、(1)省エネルギー・省資源、(2)省スペース、(3)柔軟性を挙げましたが、つぎに、この特長を活かしたいくつかのマイクロファクトリを紹介します。

3-1. デスクトップファブリケーションシステム

デスクトップファブリケーションシステムの概念図を図2に示します。

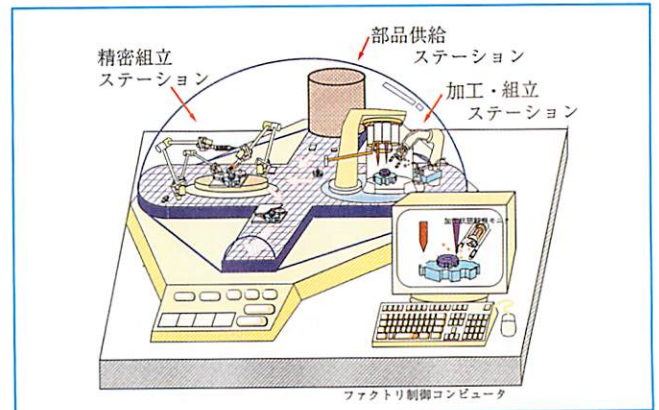


図2. デスクトップファブリケーションシステム

これは小型機構デバイス等を生産するシステムで、3つのステーションとこれを結ぶ搬送ユニットで構成され、机の上に置くことができる大きさです。そして、このシステムは、加工、組立、検査、搬送、制御、メンテナンス等の機能を備えています。

小さな部品の把持や操作を行うマニピュレータは小型で軽いほど慣性が小さくなり、高速かつ微細に動かすことができるようになります。また、マニピュレータが小さいと、作業スペースに多数のマニピュレータが同時にアクセスできるため、複数の部品の加工や組立が並行してできるようになります。その結果、生産システムや製品設計の自由度が増し、その性能が向上するとともに、新製品創出の機会も拡大します。

部品やデバイスの搬送では、工程間の搬送距離が短

くなり、搬送時間が短縮されるので、生産性の向上が期待できます。また、搬送スペースも小さいので、省スペースの効果もあります。生産システムの消費エネルギーは、その体積が小さいほど少なくなるので、このようなシステムによるファブリケーションの省エネルギー効果は極めて大きなものとなるでしょう。図3

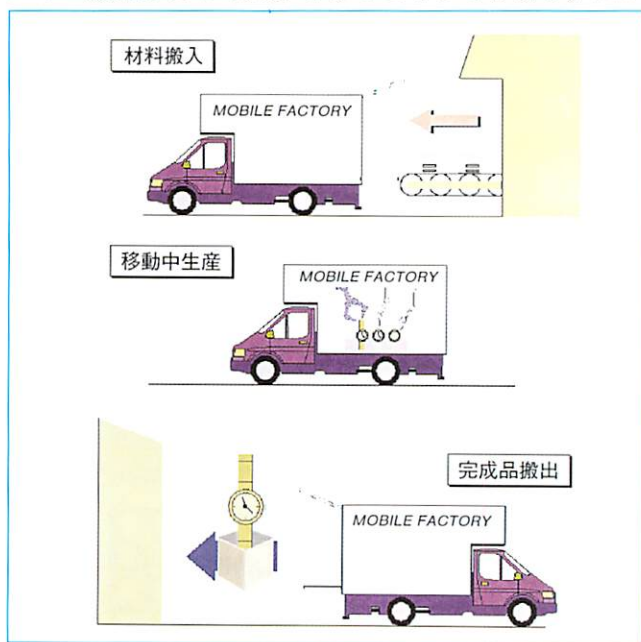


図3. 移動体生産システム

には、この生産システムのもう1つの利用例として、トラックに搭載して移動中に生産するシステムが示されています。

また、工場としての容積が小さいので、とりわけ作業環境に清浄な雰囲気が必要な場合は、従来のような大型のクリーンルームやクリーンベンチを使う場合に比べて、空調用エネルギーが飛躍的に節約でき、省エネルギー効果は相乗的に増大します。さらには、生産システム全体を雰囲気ガス、真空中に入れての生産も可能となるので、特殊環境下での生産も容易になります。例えば、機能素子、デバイス、ハイブリッドIC等がクリーンルームレスでの生産ができますし、医薬品・医療機器等を小さな無菌室で一貫生産することも可能になります。

参考文献

- 1) N. Kawahara et. al. ; to be published in J. Microsystem Technologies (1997)
- 2) T. Kitahara et. al. ; Proc. of Second International Micromachine Symposium (1996). P59

3-2. マイクロケミカルプラント

このシステムは、液体・気体を搬送するポンプや微小配管で形成されたマイクロ流体システムと反応を行う反応室等で構成されています。化学反応は反応物質が出会う界面で生じるため、微小反応物質の反応は瞬時に終了します。このため、大きな発熱を伴う危険な化学反応も安全に行えるだけでなく、反応における界面と内部の濃度差を小さくする事ができ、均質な化学反応が可能となります。また、無駄な未反応物質や配管内等の残留物質が減少するので、必要な反応生成物を必要なだけ必要な時に高い収率で生成することができます。

生産以外に分析の分野でも、このシステムは有効です。血液やDNAの検査システムに適用しますと検体が少量ですみ、高価な検査試薬の節約ができます。また、液体やガスの検査システムでは、このような効果の他に、システムの小型化により持ち運びができるようになり、現場での分析が容易になります。特に、水、空気等の環境モニター等では、採取と分析が同時にできるメリットがあります。

マイクロケミカルプラントは、写真のDPEのように、これまで工場で製造していたものが家庭やオフィスで作ることができるようになります。

図4は化粧品の店先生産システムとしての応用例を示しています。これは小さな店舗にも設置でき、ユーザのその日の肌の状態を検査し、最適な化粧水等を必要な量だけ生産できる夢のシステムです。



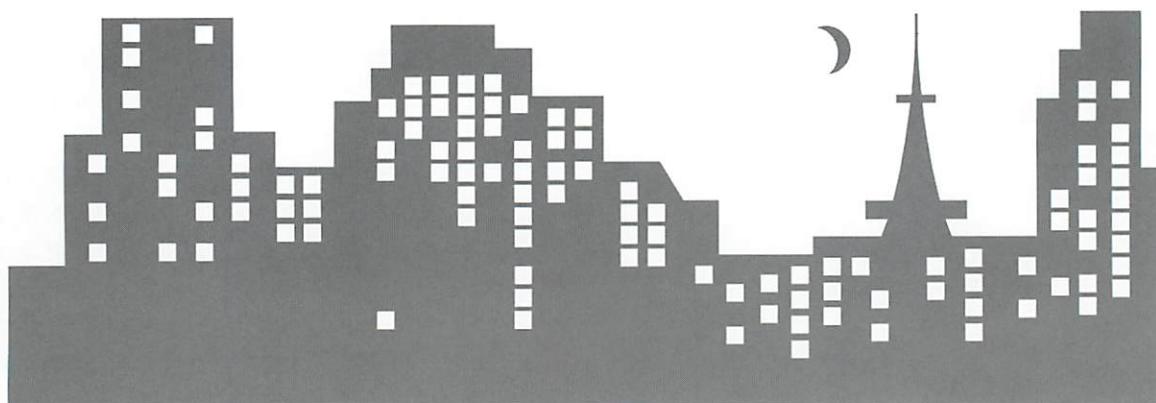
図4. 店先生産システム

ご案内

第3回 国際マイクロマシンシンポジウム

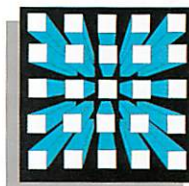


【会期】1997年10月30日（木）・31日（金）
【会場】科学技術館サイエンスホール／東京・北の丸公園



第8回 マイクロマシン展

【会期】1997年10月29日（水）～10月31日（金）
【会場】科学技術館／東京・北の丸公園



詳細は追ってお知らせいたします。

編集後記

電子メールを日常的に使って半年位になる。そこで電子メールの長短を考えてみた。まず長所としては、引用や転送が容易である。一々席を立ててFAX機の所に行ったり、封筒を書いて、切手を貼って、などの作業が省ける。席に座ったままで全ての用が足りるのはありがたい。もっとも、専属の秘書がいれば、それで充分なのかもしれない。しかし、その秘書にとってはやはり電子メールはあった方が便利だろう。

電子メールが電話より良いのは、待たせておけることである。自分の都合の良い時に開いて、届いているメールを読めばよい。電話では、他の仕事の途中に割り込まれ、しかも割り込まれた方がメモを取らないといけない。そしてそのメモを読んで処理するのは、結局電子メールを開いて読み、処理をするのと同じ位の時間になることだろう。こう考えると、電話がいかに先方に対して失礼なものだったかが分かってくる。

また、電子メールを書くときには、文字で自分の考えを確認しながら書くことになる。当然いきなり喋るよりは時間はかかるが、読む方は電話で要領を得ない話を何度も聞き返して理解するよりも、遙に早く相手の言いたいことを理解できる。つまり電話ではもともとと要領を得ない話し方をすることによって、相手の時間を浪費していたのだ。この点からも電話の失礼さが分かる。以上により、電子メールは一時の流行に終わらないだろう、と思っている。

発行 財団法人マイクロマシンセンター

発行人 平野 隆之
〒101 東京都千代田区神田司町2-2 新倉ビル5階
TEL.03-5294-7131 FAX.03-5294-7137
WWWホームページ : <http://www.ijjnet.or.jp/MMC/>

無断転載を禁じます。