



# INFORMATION INTELLIGENCE PRECISION

I.I.P.

情報・知能・精密機器部門ニュースレター

IIPホームページ:<http://www.jsme.or.jp/iip/>

2002.3.25

No.

23

## 部門長就任に当たって



(株)日立製作所  
技術研修所  
寺山 孝男

### はじめに

2002年4月より、長南征二部門長を引き継ぎ、情報・知能・精密機器部門長をお引き受けすることになりました。これから1年間、多川則男副部門長をはじめ各委員会の主査ならびに運営委員の皆様と一致協力して、部門登録をしていただいている会員の皆様への情報発信を活性化していき、部門の発展に努めていきたいと考えております。部門運営へのご協力をよろしくお願いいたします。

私が最初に当部門の運営に係わりましたのは、部門がまだ学会の委員会という組織体制の時代でした。当時、委員会が取上げていた主要な技術分野は、情報機器だけでした。その後、1990年に小野京右委員長のもとで委員会幹事を務めさせていただき、運営委員の皆様と部門組織への移行に伴うさまざまな活動をさせていただきました。部門という組織体制にするために特に議論したテーマは、担当する技術分野をどうするかということでした。部門活動に対して、多くの会員の皆様に参加していただくためには、分野を拡大することが必須であるとの意見が出され、情報・知能・精密という本部門の骨格が形成されました。今考えますと、小野京右委員長をはじめ委員の皆様の見識と決断がすばらしかったと思っております。

また、この準備体制がそのまま引き継がれ1991年に部門が無事発足して、小野京右委員長が初代の部門長に就任されました。私も結果的に初代部門幹事という栄誉をいただき務めさせていただきました。それからすでに10年ほどの時が経過し、まだまだ先だと感じておりました21世紀の時代に突入しました。

そこで、21世紀初頭という時代に、当部門が標榜している技術分野をどう発展させていくのかについて、考えていることをいくつか述べさせていただきたいと思います。

### 「心・技・体」と「情報・知能・精密」

柔道の世界では「心・技・体」とよくいわれます。この言葉は1950年代に、道上伯という方が柔道の指導で海外に出向いた折、フランスの柔道指導者から「柔道とは一体なにか?」との問い合わせを受けて答えた言葉と伝えられています。この道上伯という方は、東京オリンピックの柔道無差別級で金メダルに輝いたアントン・ヘーシングを育てたことでも有名です。

この言葉はよく考えてみると、柔道のみならず私たちが開発し社会に提供している技術や装置、さらには組織・社会のあるべき姿を表現しているようにも思えます。技術も、それを応用した装置も、しいては組織・社会も、すべては「心・技・体」のバランスが大切だということです。

また、さらに思いを巡らせば、本部門の名称とも通じるものがあります。「心」は「知能」、「技」は「情報」、「体」は「精密」と考えることができます。骨格である精密機器に知能を与え、内と外との情報をうまく処理していろいろな機能を実現するという技を達成すること、と解釈することができます。

このように、システムや装置に必要な技術が上手く部門名称に明示されています。各分野を有機的に結びつけてバランスよく発展させていけば、現在置かれている日本の経済苦境を打破し、21世紀の社会に貢献していくものと信じております。

### 21世紀の情報・知能・精密技術

ご覧になられた方も多いと思いますが、20世紀の最初の年である明治34年1月2日、3日の報知新聞第一面に、小説家でもあった村井玄斎という記者が編集した「20世紀の予言」という記事が掲載されました。これは、20世紀に実現するであろう科学技術や社会状況について23項目の予言をし、その多くが現実のものになったことで話題になりました。そのうち5項目は情報通信に関する予言で、つぎのようなものでした。

- ・無線電信電話：電信のみならず無線電話は世界諸国に連絡して、東京に在るものが倫敦（ロンドン）、紐育（ニューヨーク）にいる友人と自由に対話することを得べし。
- ・遠距離の写真：数十年の後歐州の天に戦雲暗澹たるとあらん時、東京の新聞記者は編集局にいながら電気力に

I.I.P.

よりてその状況を早取写真となすことを得べく、而してその写真は天然色を現像すべし。

- ・人声十里に達す：伝声器の改良ありて、十里の遠きを隔てたる男女互に婉々たる情話を為す。
- ・写真電話：電話口には対話者の肖像現出するの装置あるべし。
- ・買物便法：写真電話によりて遠距離にある品物を鑑定し且つ売買の契約を整へ其品物は地中鉄管の装置によりて瞬時に落手することを得ん。

この中で最後に記述された買物便法は、まだ電信による情報伝達手段しか実現していない時代に、ほぼ100年後に実現したインターネットによる商取引を予測しており、驚く限りです。後半の商品輸送についても、そのままの技術は実現しておりませんが、情報技術を駆使して実現した宅配便システムなどを考えると、なかなかの見識と認めざるを得ません。

さて翻って21世紀はどうなるのでしょうか。情報技術はますます重要な分野になっていくでしょうし、医療・バイオ分野、環境・エネルギー分野も技術開発が進展していくといわれています。情報技術分野はもちろんのこと、他の二つの分野についても当部門が取り上げている技術の係わりは深く、責任の重さを感じます。また、マイクロ・テクノロジ、さらにはナノ・テクノロジという技術の大きな潮流をとらえ、「20世紀の予言」に負けない、夢のある「21世紀の予言」という課題設定をして、技術開発を推進していくことが大切だと考えております。

#### おわりに

今後、さまざまな分野で大学と企業の連携が重要となってきます。企業の会員の皆様は、大学の先生とのコミュニケーションを積極的に図り、技術開発のスピードを上げていくことが望まれています。また、大学の先生方も企業の開発の現場を認識いただき、魅力ある研究を進めていただくと共に、21世紀を担う技術者を指導・教育していただきたいと思います。

これらの活動を活性化するために、これまで以上にいろいろなテーマを取り上げ、部門研究会を立ち上げたいと考えておりますので、皆様からの多数のご意見、ご参加を御願いします。

なお、本部門では2003年6月に、名古屋大学の三矢保永先生に委員長を御願いし、ASMEのISPS部門（Information Storage and Processing Systems Division）と共に、「2003年情報精密機器のメカトロニクスに関する日本・米国機械学会合同会議」の開催を準備中です。是非会員の皆様の積極的な参加・発表を御願いします。

一年間よろしくお付合いいただきますよう、よろしくお願ひいたします。

## 退任のご挨拶

第78、79期部門長

長南 征二

東北大学

機械電子工学専攻

#### お世話になりました

3月末日を持ちまして2年間の部門長任期を終え、退任することとなりました。この間、部門の主査会議、運営委員会、代議員の皆様を始め、部門諸兄には学会活動や部門運営で種々ご支援ご協力を賜り、本当にありがとうございました。無事、寺山新委員長に引き継ぐことができ、内心ほっとしております。

#### 部門のますますの発展を祈ります

この2年間を顧みますと、学会における部門運営法について大きな変更がございました。長年にわたる審議の末2001年12月より部門の独立採算制が採用され、併せて学会内での部門評価の方針が明文化されました。2001年度より各部門に対して、交付金=基本額50万円+登録会員係数X登録会員数分総額+部門活動度係数X部門活動度分総額の算定式にしたがい学会から交付金が支給されるとともに、学会に対しては部門の業務委託に対して規定の委託料を払うこととなりました。すなわち、学会からの部門活動費の支給額は増大いたしますが、一方で学会に払う費用も増加いたしました。2001年度の実績でいえば幸い当部門の収支はほぼ均衡しておりますが、部門運営が財政的に逼迫することは当面ないものと見込まれます。とは云え、繰越金は十分な額ではなく、更なる部門の発展を期待するためには、多方面にわたり部門活動を活性化させが必要と思われます。

部門発展のためには、他部門と協調交流していくことは無論重要ですが、当部門として学問上、他部門の追従を許さない独自の特色を出していくことが必要と判断されます。そのための方策としては、既に部門の学術委員会や事業委員会が主体となり、萌芽的研究課題の発掘や新技术の展開が進められております。具体的には部門講演会および機械学会年次大会のセッションとして、新たに精密機構マイクロメカトロニクス、マイクロエネルギー、生物医学工学における計測と制御、および機械の知能化等の新テーマを取り上げるとともに、「ウェアラブル情報機器の基本技術」等の講習会を開催し、新技術の展開をはかっております。また、部門の国際化推進のため当部門主催の国際会議について、2004年度開催を目指して米国機械学会ISPS部門とともに、現在鋭意その準備を進めております。

#### 若い会員皆様の活躍を期待します

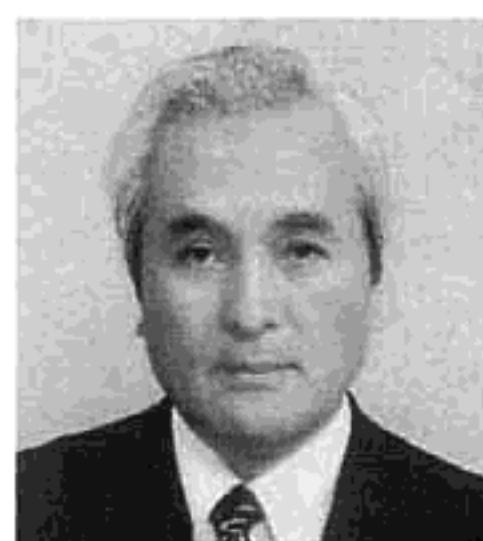
20世紀後半に到来した少子高齢化社会は、21世紀に入りますますその傾向を強めています。世界とりわけわが

国での高齢化が着実に進むなかで、機械学会本体はもとより当部門の発展を考えるなら若い会員の協力を仰がなくてはなりません。当部門では、若い会員の部門活動への参加を促進するために、2002年度より従来2年間であった部門長および副部門長の任期をそれぞれ1年間と致しました。これは、部門長、副部門長、部門主査会議、運営委員会委員および部門代議員の若返りをできるだけ早く実現したいという部門の願いからなるものであります。また従来より、若手会員の中から、部門関連論文中技術進歩への寄与、内容の新規性および社会的インパクトが特に顕著である論文の発表者、および技術の発展性が特に顕著に期待される論文の発表者に対してそれぞれ、部門優秀講演論文賞および優秀講演奨励賞を贈呈しておりましたが、2001年度からは新たに、若手会員の中より、聴衆が理解しやすくかつ聴衆へのアピールが特に顕著に認められる論文の講演者に対してベストプレゼンテーション表彰を贈呈し、若手研究者・技術者の顕彰育成に努めております。先輩会員諸兄には、今までにもまして若手会員の引き立てと部門活動への積極的な参加呼び掛けをお願い致したいと思います。

#### ありがとうございました

2年間楽しく部門の仕事が出来ましたのもこれ偏に皆様のおかげと感謝しております。これからも情報・知能・精密機器部門の1員として部門活動に参加して参るつもりでおります。今後ともご指導ご鞭撻のほど何分宜しくお願ひ申し上げます。ありがとうございました。拝

## 21世紀の技術者像 －人材教育について－



（株）富士通研究所  
ペリフェラルシステム研究所  
ストレージシステム研究所  
内山 隆

#### 日本の製造業

かつての日本は、品質の良い物を大量に安く早く作ることで世界をリードする事ができた。しかし、現在は技術が確立し生産手法が一般化すると、コストを主要なパラメータとするグローバルなメガコンペティションの世界に巻き込まれ、わが国の優位性を維持するのが困難となる場合が多くなって来ている。また、ITの発達によりワールドワイドでの情報流通の高速化・高度化は飛躍的に進展し、企業活動のスピードアップが最も重要なファクターの一つとなっている。企業の活動は、企画・研究・開発・生産・販売・サービスのプロセスから構成される。これまでには、

生産（製造）のプロセスに多くの経営資源を投入することで、付加価値を生み利益を得て来たが、東南アジア諸国の製造力の向上により、21世紀の我が国では、このモデルでの運用は困難となりつつある。今後は企画・研究・開発やサービスのプロセスで付加価値を追求する事が求められるようになって来ている。従って、このような活動プロセスにおいて新しい価値を創造する事が必要あり、これを担う優秀な人材の育成が重要な課題となる。

#### 大学での教育

大学院重点化が進められ、いくつかの大学では、学部と修士課程の定員がほぼ同じとなっている。また、博士課程に進学する学生も修士課程の定員の1/4程度にまで増加している。従って大学院の役割も研究と同時に教育的重要性が増大している。さらに、博士課程についても、将来の研究者を養成することのみならず、企業においても活躍できる人材の育成が重要となっている。このため、今後の人材育成には大学と企業との連携が益々重要となる。最近の6年間、ある大学の連携大学院の客員教授を勤めさせて頂いた。上記の観点から、連携大学院の講座においても、毎年、修士の学生を企業の研究所に受け入れて、勤務する研究員と同じ環境で修士論文のための研究と実験を実施し、企業での研究開発プロセスの一端を体得してもらった。さらに、研究という側面についても大学と産業界の連携は、より一層重要となる。グローバルに通用する新しい価値（商品やサービス）の創出には基礎研究も必要となり、リスクが伴う。このようなリスクの低減と研究開発のスピードアップには、大学での知的財産とリソースを、産業界との連携により活用化していくことが有益となる。また、これに伴う人材の交流や流動化は21世紀の人材育成にとっても有効となろう。

#### 企業での人材育成

企業に入社した場合、それぞれの活動プロセスの目的や環境に適応した形で、OJT（On the Job Training）が行われるのが一般的であった。また、これと並行して、新入社員教育・リーダー研修・課長研修・部長研修などの集合教育が各段階で社外講師も活用して実施されて来た。しかし、21世紀には、生産とは異なるビジネスプロセスで、グローバルな環境での新しい付加価値を創出することが求められることになり、これを担うべき人材の育成が、我が国の企業の重要な課題と考えられる。

今後は、事業戦略と連動したビジネスリーダーの育成、グローバルレベルのリーダーシップ教育、個人のキャリアプランへの支援、などの一元化した人材育成戦略が必要となる。この一例として、「FUJITSU ユニバーシティ」を紹介する。これは大学と連携すると共に、専任の社内講師を確保し、グローバルな教育プラットフォーム（Net Campus）を活用するもので、「沼津キャンパス」を本部として2002年4月1日に設立される。

## 超音波モータ搭載ウォッチ

セイコーインスツルメンツ(株)  
開発戦略部  
春日 政雄

## 1. はじめに

超音波モータは圧電素子による超音波領域の弾性振動を、摩擦を介して移動体の運動に変換するモータで、1980年に新生工業の指田氏により世界で初めて実用化に成功した国産の技術である。その振動体に励振する弹性波の種類により「進行波方式」と「定在波方式」に、また、力を取り出す移動体の運動形態により「回転型」と「直動型」に分類できる。

新原理モータとして注目を集めた超音波モータ<sup>1)</sup>もその誕生から20年を経過した。当初の予想に対して、その実用化は決して順調とは言えないものの、小型で高トルク、応答性が高い、微小送りが可能、磁気の影響を受けないなど優れた数々の特徴から、数多くの原理・方式が提唱されている。併せて、各分野で数々の応用例が生まれてきており、その可能性は今もなお広がりつつあると言える。その間、代表的な事例としてはカメラのオートフォーカス、自動車の電装部品、コピー等の事務機、ここで紹介するウォッヂ等の精密機器などがある。一方、従来の電磁型モータでは困難であった磁場(MRI等)や真空(半導体製造装置)といった特殊環境用途も数量的には少ないが確実に応用の世界を広げている。

## 2. 超音波モータの原理・構造

図1にウォッチに搭載されている代表的な超音波モータの小型化構造を示す。円板状の振動体には図2右図に示すような圧電素子が接着されており、振動体に屈曲振動を励振する。振動体に点在的に設けられた突起は、図2右図のような動きをするため、ロータは突起に蹴り出されるようにして動作する。この際、圧電素子に印加される駆動信号を選択的に切り換えることで、ロータの回転方向を正逆両方向に切り換えることを可能としている。

この超音波モータでは、モータ全体の小型化、薄型化を実現するために様々な工夫を施している。ロータの回転案内には「穴石」と呼ばれる滑り軸受を用いて回転機構を構成している。また、ロータ上面に設けたピボットを板バネで加圧することにより、ロータと振動体の間に適度な摩擦力をもたせる構造となっており、この加圧力の大小に応じてモータの回転数とトルクが決定される。さらに、低電圧での駆動を可能するために、圧電素子はP Z T（チタン酸ジルコン酸鉛）を用い、厚みを80  $\mu\text{m}$  と薄型化することでボタン型電池1個での低電圧駆動を可能としている。また、超音波モータは一般的に共振利用のため、駆動回路は

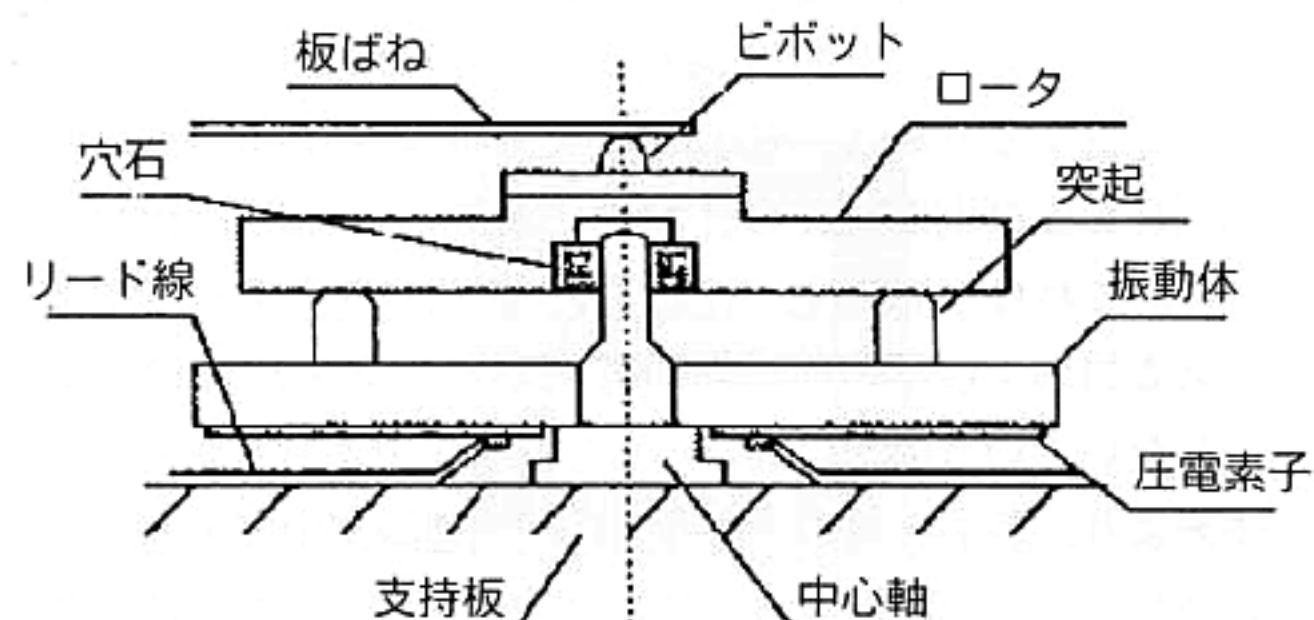


図1 ウオッチ用超音波モータの小型化構造

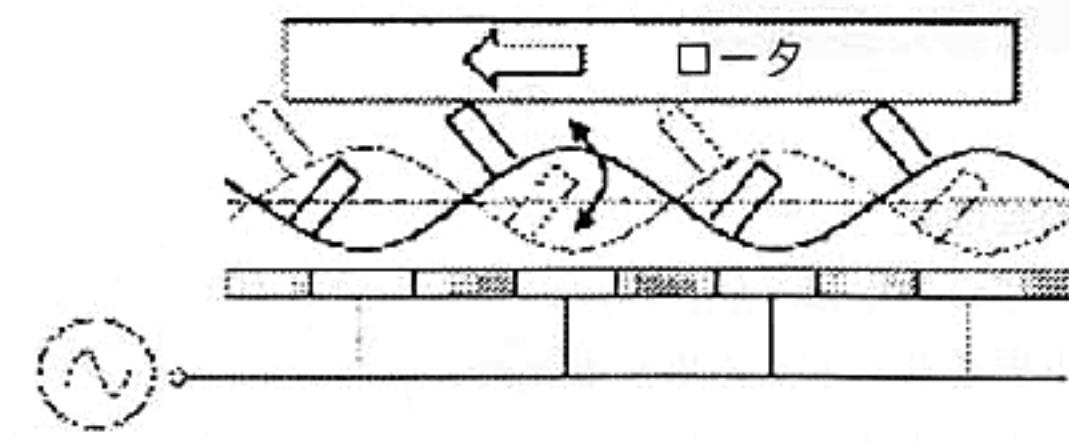
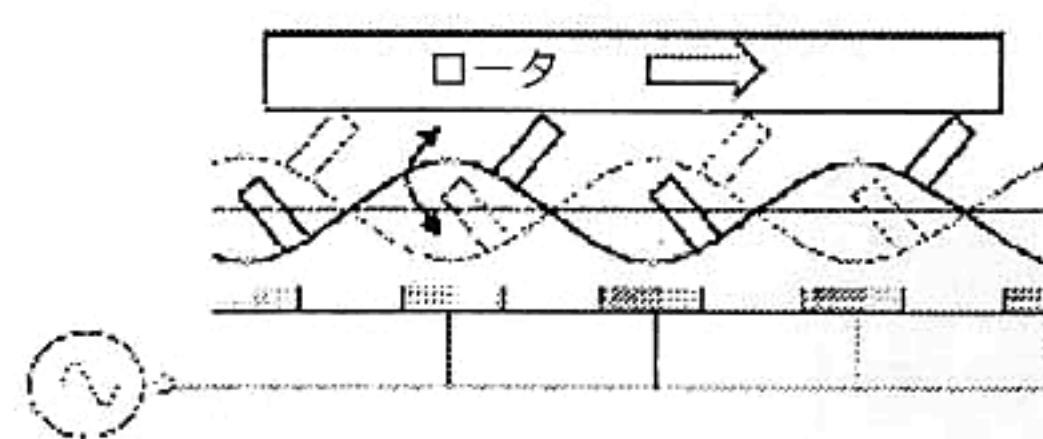
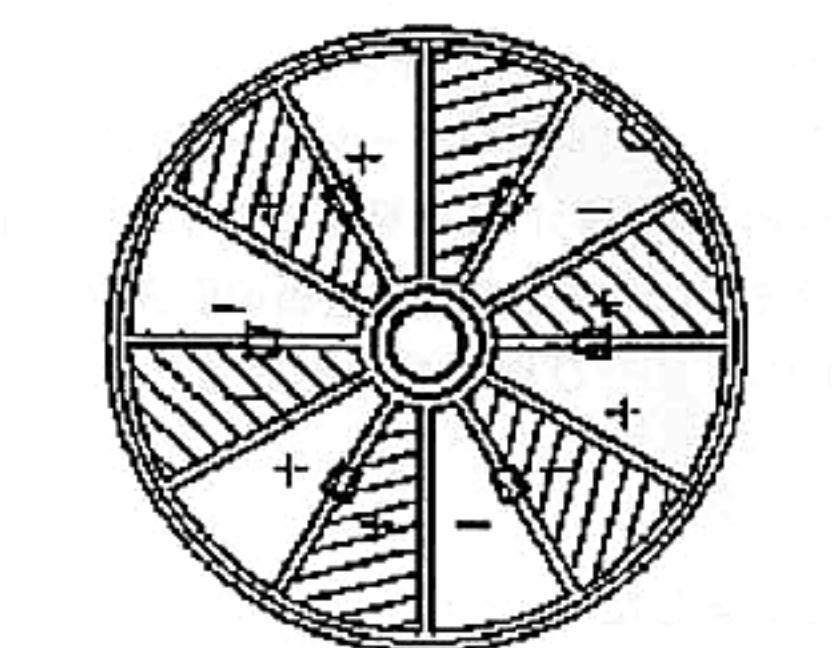


図2 超音波モータの動作原理

共振周波数を追尾するべく他励式で複雑であり、実装面積が大きくなってしまう為、一緒に組み込むモータを小型化する意義が薄れてしまう。そこで、自らの振動をフィードバックして增幅、発振させる自励発振回路を構成し利用することでウォッチでの実用化を実現した。

### 3. ウオッチにおける応用例

#### 1) パーペチュアルカレンダ機能付腕時計

図3に実用レベルでは世界最小の超音波マイクロモータを示す。このモータはステータ直径4.5mm, モータ厚み2.5mmであり、正逆回転で2.5V印加時に無負荷回転数1,500r/min, 起動トルク0.2gf・cm, 駆動電流12mAという特性が得られており、3V系コイン型リチウム電池での直接駆動が可能である。

図4に示す腕時計はこの超音波モータをオートカレンダの駆動源として搭載しており、図5に示すようにモータのロータに設けた歯車の動力を減速歯車輪列を介して日車に伝え、カレンダ表示を変える構造となっており、2100年までの日付を自動的に修正させる機能を有している。このモータが有する小型・薄型で高トルク（ウォッチ用電磁型ステッピングモータのおよそ50倍の起動トルク）という特徴により、時計機構全体の小型化が可能となり、世界で初めての婦人用腕時計におけるパーペチュアルカレンダ機能を実現した。

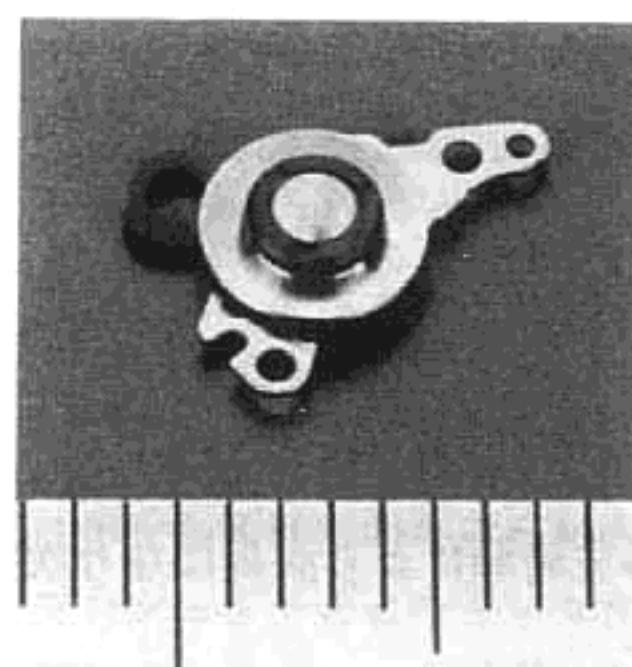


図3 超小型超音波モータ(Φ4.5mm×t2.5mm)



図4 超音波モータを搭載したオートカレンダ機能付ウォッチ

#### 2) 振動アラーム付腕時計

図6に示す振動アラーム付腕時計は、超音波モータのロータに偏心重錘を設け、高速に回転させることによって生じる振動で時刻を知らせる機能を有する腕時計である。小型・薄型構造と、指針を動かす電磁型のステップモータに電磁ノイズによる悪影響を及ぼさない点が活かされた実用例である。ここでは、外径8mm, 厚み4.5mmの超音波モータが利用されている。

### 3) からくり時計

腕時計のみならず、置時計の世界においてもこの超音波モータは「からくり時計」における駆動源として利用されている。詳しい説明は割愛するが、時間の経過とともにからくり人形が回転運動し、毎正時になるとメロディーに合わせて小気味良い踊りを演出する。

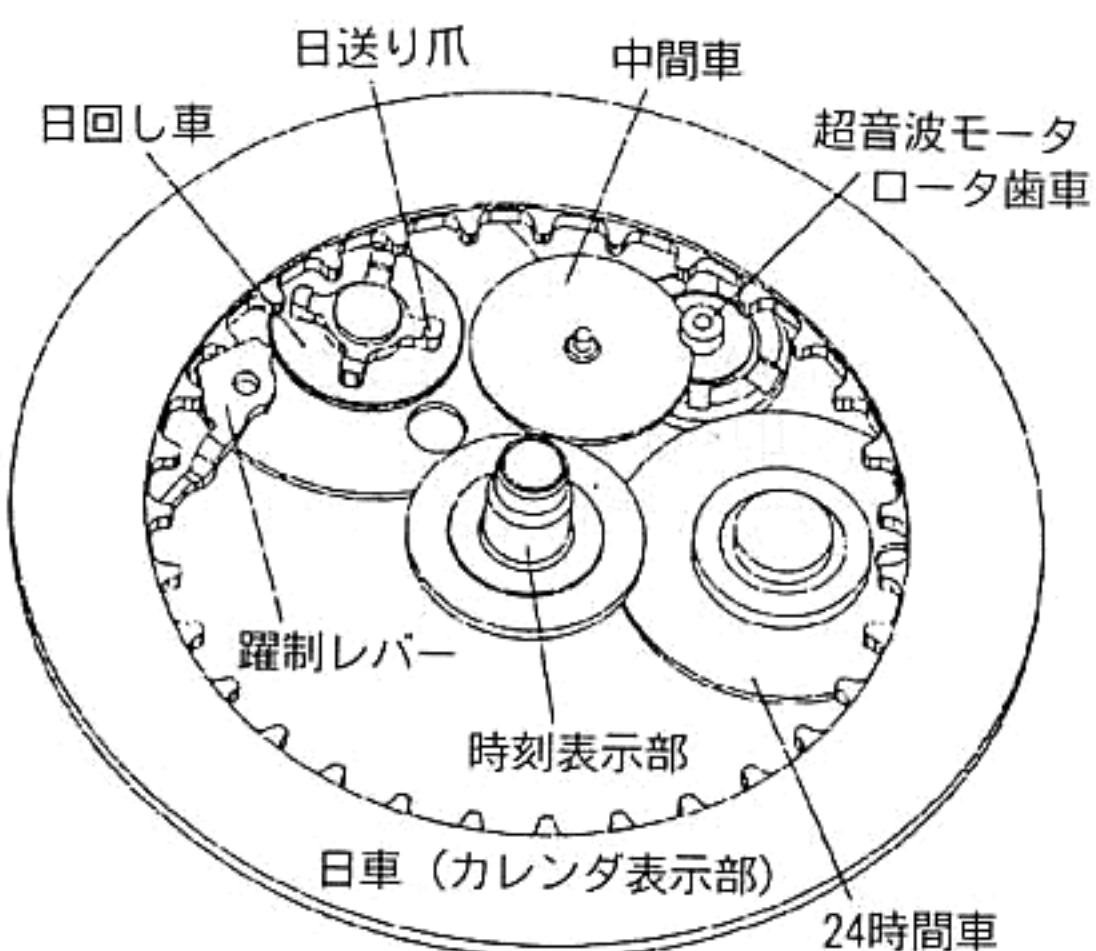


図5 超音波モータによるカレンダ動作機構



図6 振動アラーム付腕時計

### 4. 今後の展望

以上紹介したように、実用的な超小型サイズの超音波モータの実現により、ウォッチの世界においても従来のアクチュエータでは実現できなかった数々の機能が生み出された。ウォッチ自体は、近年、携帯電話の台頭により低価格品と高価格品の二極分化が進んでおり、将来的にも機能の追加による付加価値の向上は難しい状況である。しかしながら、ウォッチこそは最も高機能化されたマイクロメカニズムの代表例であり、今後この超音波モータの小型・高機能化と、マイクロメカニズム分野への応用用途が拡がっていくことを期待したい。

## 講習会

### MEMS関連技術の新展開 -基礎から応用(光通信、データストレージ、流体・バイオデバイス)まで-

(情報・知能・精密機器部門 企画)

[協賛: 計測自動制御学会、精密工学会、電子情報通信学会、  
日本応用磁気学会、日本トライポロジー学会、  
日本表面科学会]

開催日: 2002年6月6日(木) 10:00~17:15

会場: 東京工業大学 大岡山キャンパス  
百年記念館フェライト会議室  
(東京都目黒区大岡山2-12-1)  
東急目黒線・大井町線「大岡山」駅下車、徒歩1分(駅前)

#### 趣旨

MEMS (Micro-Electro-Mechanical Systems) に関しては、単機能の加速度センサや圧力センサから大規模のディスプレイ素子までいくつかのデバイスが市販されています。MEMS技術で立体的な構造やアクチュエータを組み込むことができるので、機能の高い集積型デバイスを実現するために欠かせない技術となっています。本講習会では、進展の著しいMEMS関連技術について、ご活躍の講師の方々に講義をお願いしています。特に近年注目される光MEMSとバイオMEMSについて基礎から最近の話題まで講演を準備しています。光スイッチをはじめ、光通信へのMEMS技術の導入は、数年後の産業応用が期待されており、企業化へ注目の集まる領域です。また、光データストレージにおいては、波長により制限される記録密度の限界を打破する技術として近接場光技術が期待されていますが、新しい手法からMEMSによる集積化技術まで、幅広い範囲を講義いたします。テラビット光データストレージとして今後、研究開発が活発化すると期待されていますが、それらの中心技術をやさしく理解できます。また今後、爆発的な産業拡大が期待されているのがバイオMEMSですが、それについての講義も含まれています。医療や食品分野において化学やバイオの検査を短時間で行うチップや遺伝子の機能を短時間で調べる集積デバイスの開発が期待されています。細い流路の流体制御やマイクロポンプなどの流体関係のマイクロ技術の開発がカギとなっています。これらの領域の最新技術を講義します。このように本講習会はMEMSや光記録に関心を持っている研究者、技術者、経営者にとって絶好の情報収集の機会でございます。多数の方のご参加を期待いたしております。

#### プログラム

● 6月6日(木) ●

10:00~10:45

「光MEMS技術のトレンド1(光スイッチ、光通信デバイスなど)」

NTT 澤田廉士

10:45~11:30

「光MEMS技術のトレンド2(光スキャナ、光ファイバデバイスなど)」

東北大学 羽根一博

11:30~12:15

「半導体近接場光集積アレイ型記録再生ヘッド」

東海大学 後藤顯也

昼食1時間

13:15~14:00

「光記録マークを用いたプラズモン光の発生とその制御」

産業技術総合研究所 富永淳二

14:00~14:45

「金属プローブによる近接場光の増強と計測・加工への応用」

大阪大学 井上康志

14:45~15:30

「マイクロマシン近接場光プローブ」

東北大学 小野崇人

休憩 15分

15:45~16:30

「バイオMEMS技術の最近の展開」

東洋大学 一木隆範

16:30~17:15

「流体MEMS技術の最近の展開」

日立製作所 三宅 亮

#### 定員

80名、申込み先着順により満員になり次第締め切ります。

#### 聴講料

会員20,000円(学生員7,000円)、会員外30,000円、一般学生10,000円。いずれも教材1冊分代金を含みます。なお、協賛団体会員も本会会員と同じ取り扱いといたします。開催日の10日前までに聴講料が着金するようにお申し込み下さい。以降は定員に余裕がある場合、当日受付をいたします。なお、聴講券発行後は取消しのお申し出がありましても聴講料は返金できませんのでご注意願います。

#### 教材

教材のみご希望の方、また聴講者で教材を余分にご希望の方は1冊につき、会員2,000円、会員外3,000円にて頒布いたします。講習会終了後は教材を販売いたしませんので、開催前に代金を添えて予約申し込み下さい。講習会終了後に発送いたします。

#### 申込方法

本会ホームページのオンライン申込み(<http://www.jsme.or.jp/kousyu2.htm>)をしていただくか、同ホームページの行事申込書フォーム(<http://www.jsme.or.jp/gyosan0.htm>)をプリントアウトしていただき、申込者1名ごとに必要事項を記入のうえ代金を添えてお申し込み下さい。

(担当職員 桑原武夫)

## アメリカの光通信事情 －激動のブロードバンド新世紀の幕開け－

渡辺博史  
古河電気工業株式会社  
Fitel Technologies社 出向中

はじめに宣伝じみて恐縮ですが、ファイテル・テクノロジー社は古河電工の光通信機器の北米拠点として研究開発・営業活動を行っています。アメリカはおおまかに見て、東海岸=テレコム、西海岸=データコムに分けられ、通信機器メーカーの巨人ルーセント・テクノロジー社やノーテル・ネットワークス社などに近い東海岸のロードアイランド州に開発部隊が居を構えています。

ニュースレター17号巻頭言（1）で触れられているように2000年までは高速インターネット時代の到来でデータトラフィックが増大、通信容量が足りない、大変だという時代でした。世界的に通信キャリアが長距離大容量、光多重化だ、海底光ケーブル網だと設備投資に走り、光機器メーカーとそれに連なるサブシステム・部品メーカーまでがつられて大増産したけれど、実はITバブルだったと気がついたのが昨年2001年でした。業界全体で大量の不良在庫を抱えて、追い討ちをかけるようにテロ事件が発生しました。いっしょに仕事をしていたお客様がある日突然レイオフされたり、プロジェクトごとキャンセルになったり、果ては工場ごと閉鎖されるといった状態。あげくの果てには設備ごと競売にかけられてWeb上に公開されて、敵の会社がこんな装置で製造していたのかと一喜一憂する始末。

こんな中、エンジニアたちは昨日まではA社だったのに突然スタートアップのベンチャ企業B社の社員で現れたりして、アメリカ経済のダイナミズムを実感させられます。もちろんバブル時代の方がエンジニアの移動がより活発ではありました。高額のサラリーとストックオプションにつられて一山当てようと…。大企業をスピンオフしたエンジニアたちが興す新技術を売りにしたスタートアップは雨後のたけのこ状態でした。

それと言うのも光通信技術がまだ進歩の途上にあるから、光伝送技術は次々に新技術が登場し、光ファイバ伝送路の非線形特性問題も補償法が編出されて、波長多重化とあいまって今やファイバ1本でギガビットからテラビット／秒へと容量が増加。機械工学の立場から製造技術といった側面で見ても、光通信機器のコンポーネントは光ファイバとレンズを組合せるための削ったり、くっつけたり、磨いたりの手作りの時代は終焉をむかえようとしていて、光MEMSに象徴される半導体量産製造技術が次々に流入して産業革命真っ最中と言った所です。自動化では厄介とされる光ファイバ、長いものには巻かれろでしたが、とにかく巻いてトレイ流しで自動化。一方で光回路の集積化、モノリシック化、パッケージ化でファイバ・ハンドリング省略に向かって進んでいます。

以上の話は幹線からメトロ系（バックボーン）についてでしたが、アクセス系に目を移すと、実は昨年日本の市場で価格破壊が発生し、アメリカよりはるかに安くブロードバンドアクセスが家庭で可能となりました。これまでADSLにしろCATV利用のケーブルモデムにしろアメリカ先行の觀がありました。形勢逆転の可能性があります。加えてワイヤレスでは日本はiモード等で先行、アメリカではようやく文字ベースの携帯メール機能が登場したばかり。サブカルチャーの日→米の潮流から類推すると、今後さまざまなアクセス形態のデバイスが日本から流入して（ハードウェアの製造は日本以外かも知れませんが）アメリカのブロードバンドの第2段ロケットに点火、光幹線系を引っぱり、メトロからアクセス系まで光が引かれることが期待します。そのあつきには放送メディアも姿を変えて、ブロードキャストからオンデマンドになり、通信と放送が一体となるでしょう。

光通信機器業界はITバブル崩壊で激動の2001年でしたが、ブロードバンドの波は着実に押し寄せていて、2002年初頭で底を打ってまた上昇に向かうという見方が大勢です。しかし実際はどうなることか？かつてのITバブル時のように指数関数的に伸びてゆくのでしょうか。祈る気持ちで伸びるに一票投じたいと思います。今は8ビットのプロセッサでも20年そこそこでメインフレームが手のひらに乗るような革命がエレクトロニクスであったわけですから、光通信においても近い将来、いつでも、どこでも、だれとでもブロードバンドでつながる時代が来ることを信じて開発に取組みたいと思います。

参考文献（1）IIPのホームページでニュースレターのバックナンバーをご覧になれます。（<http://www.jsme.or.jp/iip/>）

（2）さらに技術的につっこんだ解説を読みたい方は、CQ出版社インターフェース誌01年9月号に関連技術特集がありおすすめです。

以上



## 微細加工を用いて情報／医療機器を連携して創造的設計し、その失敗を考える研究室

東京大学大学院工学系研究科  
総合試験機構連携部門  
教授 中尾政之

私の研究室の内容をキーワードにすると、マイクロマシン・精密加工・情報機器・医療機器・产学連携・創造設計教育・設計論・失敗学となります。このように分裂症的になったのも、私が民間企業から転職してから10年間、新しいハードウェアを作ろうという興味を駆動力に、経営の多角化といえば聞こえはいいが、好奇心に任せて拡大膨張政策を続けてきましたからです。その結果、いつも入りびたって居心地の良い学会が、私にはできませんでした。しかし、一方で、医学・バイオ・物理学・化学・経営学・法学などの多種多様な分野の知り合いができました。たぶん、そのことが、いじめられながらも、私が毎朝、楽しそうに家を出られる理由だと思います。

研究室の給料取りは、現在、私と助手2人、アルバイト秘書4名ですが、そのスタッフ陣で今年は、博士5名、修士11名、4年生11名の研究をサポートしています。各人がすべて異なる開発形の研究テーマを持ち、それも全員ハードウェアの設計をしています。つまり、設計論とか失敗学とかの、紙と鉛筆でできる虚業に就いているのは私だけです。

一般に、分析形の研究テーマでは、教官の命令を信じて根性で実験すれば論文が書けます。しかし、私たちの研究室は開発形のため、うまくいっても「その方法が最適で唯一の設計解であることを証明せよ」と試問で意味もなく虐められます。もし、うまくいかないとさらに悲惨になり、卒業論文が20頁に満たなくなり、試問は苦行になります。それでも研究が面白そうだと感じて、自ら希望して挑戦してくれる学生さんがいることは幸せです。もっともそれは、3年生で“創造設計演習”と呼ぶ、何でもいいから好きなものを作りなさいという演習で、「設計は面白いよ」と耳元でしつこく囁いているためです。実は研究室が分属する産業機械工学科では、卒論テーマのほとんどが開発形であり、学科全体の意志で創造設計教育に邁進しています。

話は戻りますが、研究室ではすなわち、企業の設計者や異分野の研究者とチームを組んで、要求機能を抽出し、その機能を実現する新しい機構を設計しています。特に、情報機器や医療機器の分野をターゲットにして、多くの微細加工を駆使し、とにかく新しく創造的なプロトタイプを“デッチあげる”ことを目指し、挑戦しては失敗を繰り返しています。さらに、挑戦するときは思考展開図で上位概念を整理し、ナレッジマネジメントの形式知として蓄積し、また、失敗したらその時の状況を拾い上げて検討し、失敗学のケーススタディとして再利用しています。つまり、他

人の真似をせずに自分で創造的に設計すれば、研究の成否に問わず、骨の髓まで研究内容を“シャブリつくす”ことが可能です。

しかし、できあがったプロトタイプはいかにも“おもちゃ”で、偉そうなことを言う割には“チャチ”で“ショボイ”というのが定評です（言い訳ですが、もう少し実用的でマシな結果も産学連携研究で出ていますが、実用的なだけに丸秘になっています）。ここでは、マイクロマシン・精密加工のキーワードに引っかけて邁進した、マイクロ組立とマイクロ転写を紹介します。

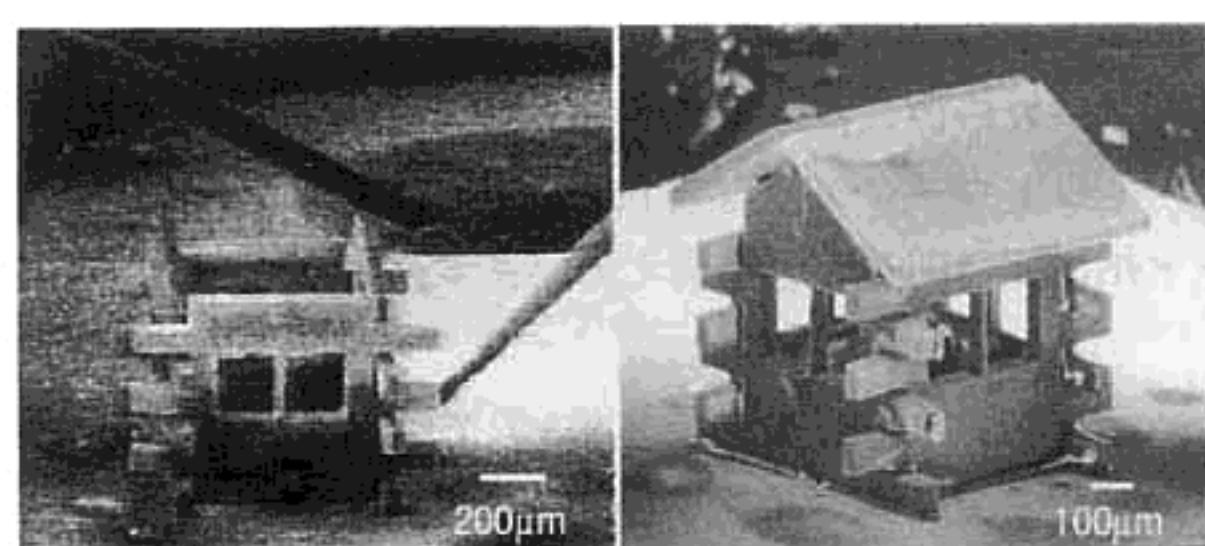


図1 マイクロハウスの作製

図1の右図はテレビや新聞に何度も出した「マイクロハウス」です。私たちの研究室ではこの他にも多くのマイクロ組立の研究成果が出ているのですが、それらをマスコミの方に一生懸命に説明しても、結局、マイクロハウスしか掲載してくれません。その写真に工学的で面倒な説明が必要なく、見ればわかるからでしょう。私の家族も、お父さんは大学で“蚤の家”を作っていると漠然と信じています。

でもこれを作るのに4年もかかりました。左図に示すように電子顕微鏡下で、直径15 μmの静電気工具や出力1.6 Wの半導体レーザを使って、合計20自由度のロボットを遠隔操作して組立・接合します。そのハードウェア群の試行錯誤に、多くの学生さんが汗と涙を流しました。しかし、マイクロハウスはやればできるという工学的な意味はあっても、それを作つて儲かるという工業的な意味はありません。実際は、携帯電話部品や磁気ヘッドの微細組立は1円以下の付加価値しかなく、当然のことながら中国の視力2.0の労働者にやってもらった方が得になります。

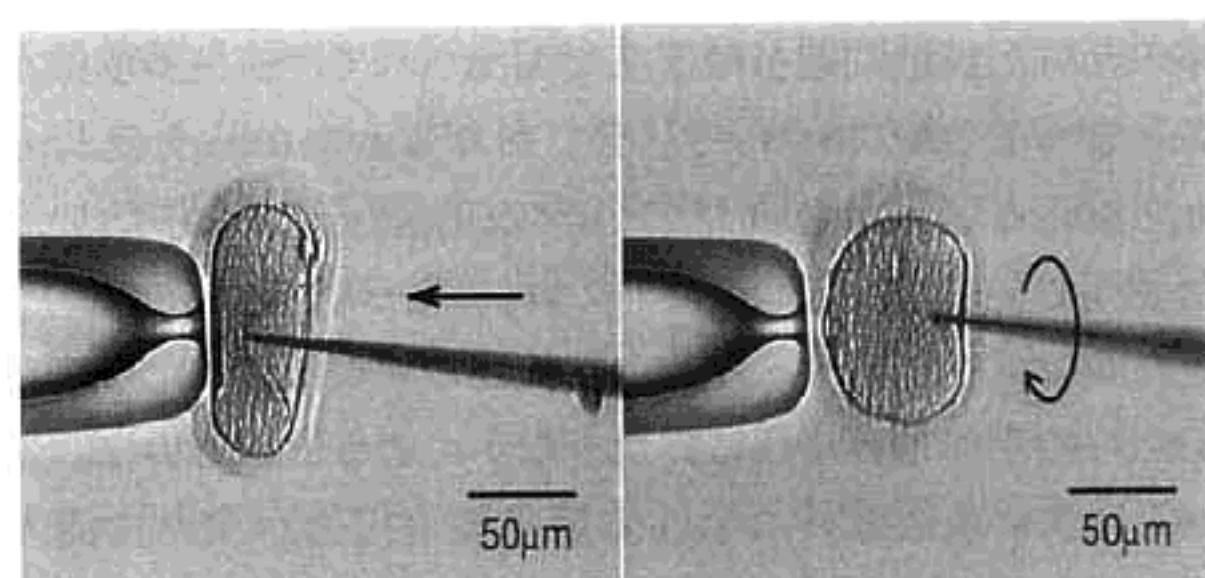


図2 回転を用いた顕微受精（右）

## 研究室紹介

ですが、微細組立て付加価値が1万円以上になるような大仕事もないわけではありません。それは、たとえば、不妊症で正常精子が数個しかない場合の顕微受精や、特定細胞の電気刺激、特定染色体の単離培養、などのバイオの分野の仕事です。図2の右図は工具を回転しながら卵子の細胞膜に精子を入れる作業です。同左図は工具を押し込むだけの場合で、卵子は右図に比べて大きく変形し、中のDNAの損傷が心配になります。なお、この時のガラス管として、細胞液が出ないように細胞壁を切開できるよう、100nm以下の先端の鋭いものが必要になります。図3は染色体からDNAを引っぱり出し、それを単離・伸長・切断する作業です。

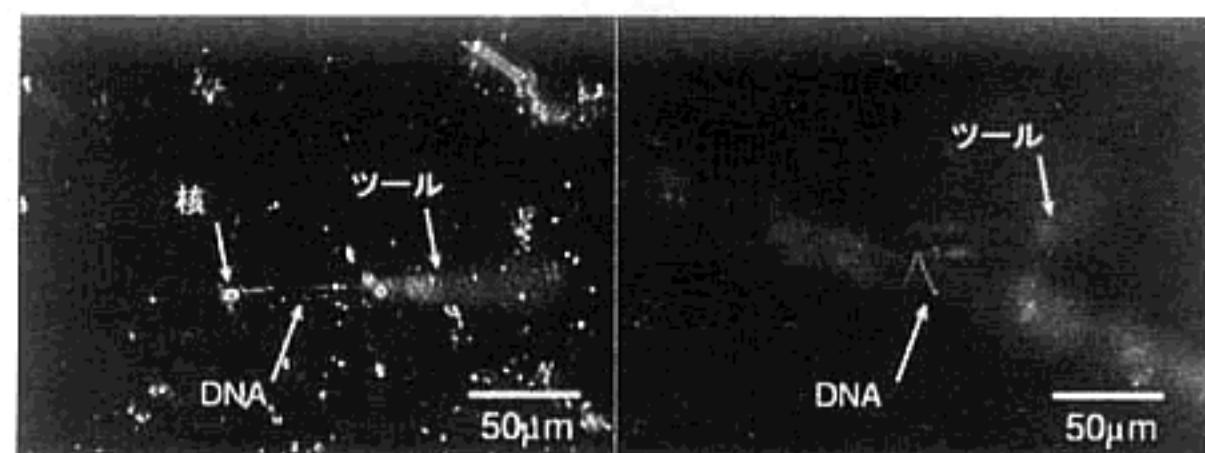


図3 DNAのハンドリング

直径2nmのDNAを流しながら、特定部位に蛍光分子を付け、その蛍光を頼りにハンドリングを短時間で行います。これ用の工具は、電子線でカーボン堆積させた、直径10nmの針状工具です。このように微細組立は、微細工具を揃えるまでが大変で、揃えればあとは気合いで何とかできます。

次はマイクロ転写です。図4はガラスにプレス転写した幅20μm深さ2μmのカギ形の溝です。超硬の研磨面をシリコジストでマスクした後にプラスチック加工して、まず金型を作り、次にそれを530°Cでガラス表面に転写しました。図5はプラスチックに射出成形した1μmピッチの三角溝

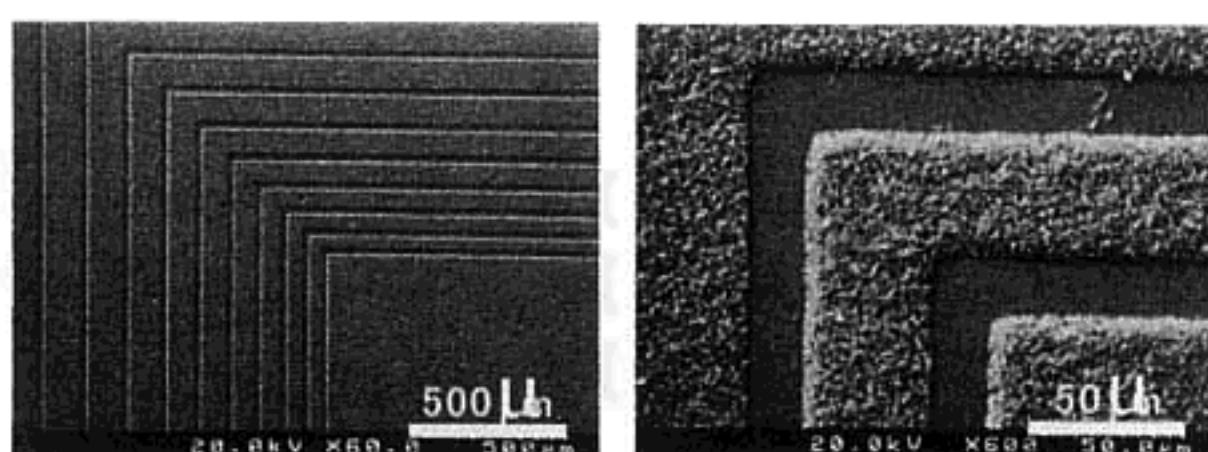


図4 ガラス基板上にプレスして成形したマイクロチャネル

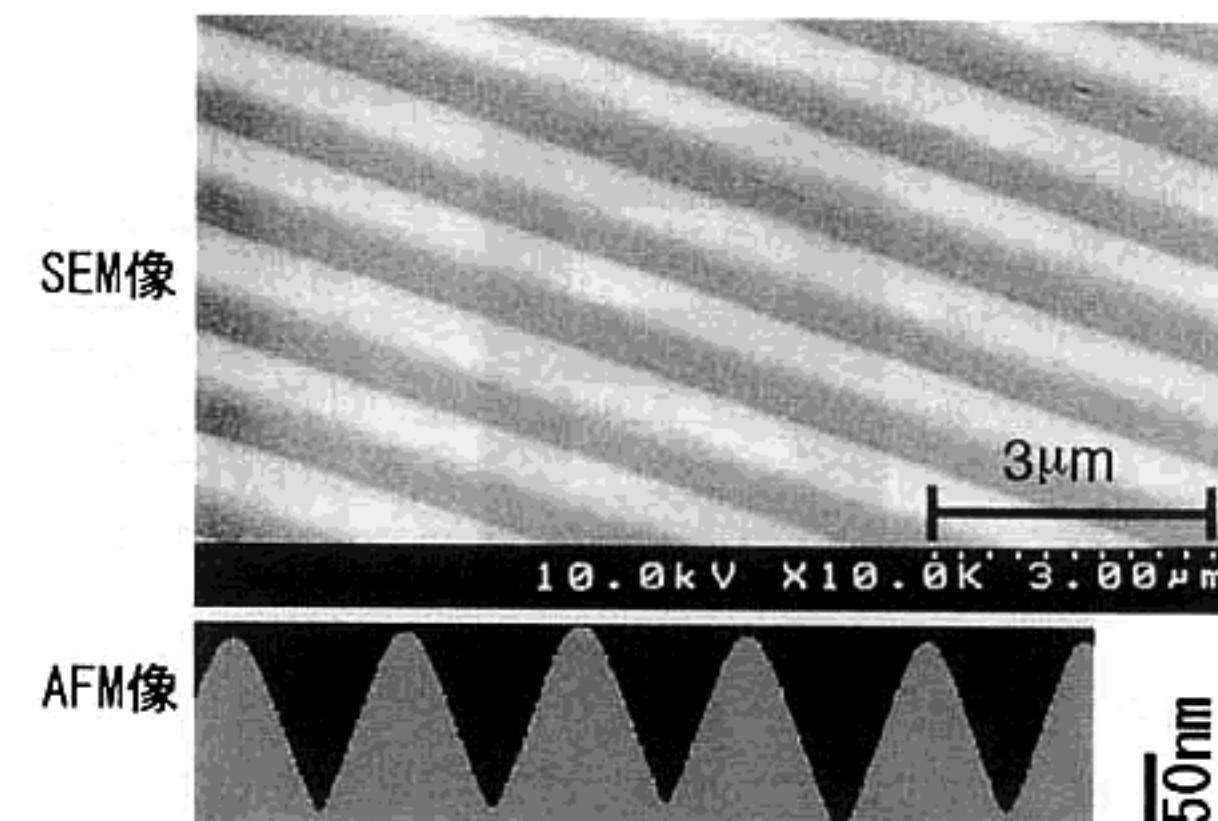


図5 ポリスチレン基板に射出成形した三角溝

です。正確に転写するために、三角溝のコア部分だけピエゾで二度押ししました。このように、マイクロ転写はやろうと思えばでき、たとえば、最小の転写をプラスチックの圧縮成形で挑戦したときは、幅30nmの溝まで微細形状を正確に転写できました。

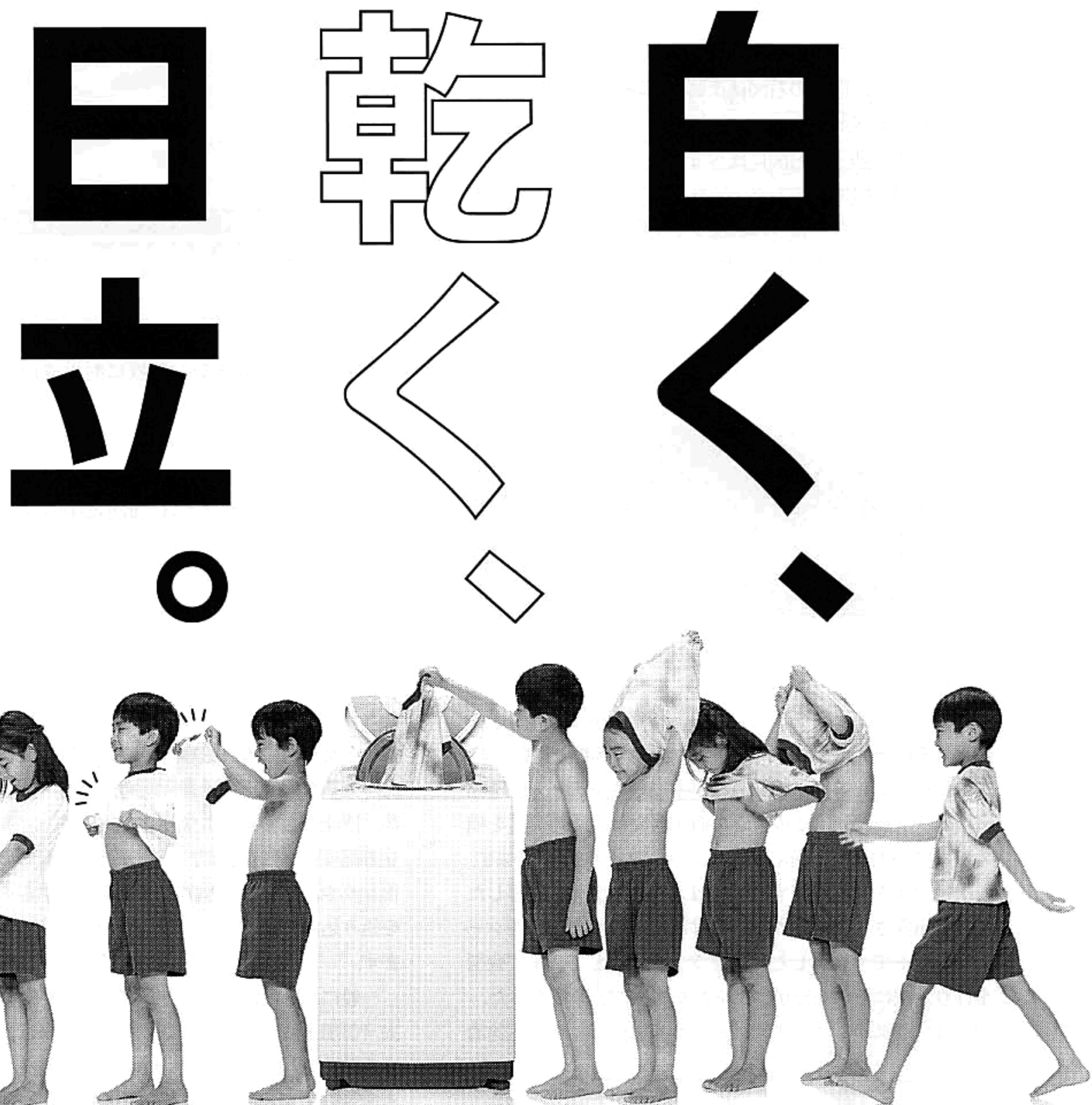
しかし、問題は数mm角以上の広い部分を撓ませずに転写させることです。光学では波面収差が問題になり、たとえば、2mm角の回折格子では20nmの平面度や平行度が必要となります。この場合の金型は、表面に微細形状を創成することだけでなく、転写時の物理現象を分析して、残留応力が入らないように冷却、圧力、変形を分布制御することが、機能として必要になります。現在、射出成形用の50mm立方程度の小形金型に、圧力・温度・変形の分布がわかるセンサや、それらをリアルタイム制御するアクチュエータを組み込んだ、“スマートモールド”を設計・試作しています。

一般に、形状創成方法として、組立や転写の他にも、除去・付加・変形が使われています。将来は再生医学で扱うような、“成長”という形状創成方法がナノテクから現れると思います。そのときは父なるDNAと母なる培地を用意すれば、分子から何でもできてしまいます。それを夢見て、今年は、10個程度の細胞に注目して、狭い空間で増殖させるガラス製の“マイクロチップ”や、その増殖用架台に力を加えて異方性に成長させる“マイクロ担体”に挑戦しました。しかし、小さくなると消毒が難しくなり、増えたのは雑菌のみで、失敗学のデータベースの“肥やし”を増殖させただけでした…

## 情報・知能・精密機器部門次期副部門長選挙の結果

部門長 長南 征二

現部門代議委員・運営委員会委員による次期副部門長選挙が実施され、1月17日開票の結果、有効投票28票のうち28票を得て、関西大学教授多川則男氏が当選されました。多川先生には、1年間の副部門長に引き続き、部門長として更に1年間ご活躍いただくことになります。



洗剤を汚れの芯まで効かせる【浸透イオン洗浄】  
布がらみを抑えてやさしく洗う【からまん水流】  
室内の温度上昇と湿気を抑える【水冷除湿乾燥】

乾いた時の白さが違う。

浸透イオン洗浄

洗乾白い約束

日立 PAM<sup>TM</sup> 全自動洗濯乾燥機

NW-D8AX アクアグレー(H) オープン価格\*

\*オープン価格の商品は希望小売価格を定めていません。※PAM= Pulse Amplitude Modulationの略  
※ご使用の際は、必ず「取り扱い説明書」をよくお読みのうえ、正しくお使いください。※ご購入の際は、必ず「保証書」の記入事項をご確認のうえ、大切に保存してください。※商品の価格には、配送・設置調整・アース・工事・使用済み商品の引き取り等の費用、および、消費税は含まれておりません。

株式会社 日立製作所 家電グループ  
お買物相談センター／新商品情報・商品選択などのご相談を承る窓口 国内 0120-312111 受付時間 9:00~17:30  
／携帯電話、PHSからもご利用できます(日曜・祝日と年末年始・夏期休暇など弊社の休日は休ませていただきます)

アクト  
コーナー

機器・機械・装置の先端要素技術に  
関する情報交流の場



| 2002 4/17(水)→19(金) | 幕張メッセ  
10:00~17:00 (日本コンベンションセンター)

七つの展示会、同時開催! 総来場者数約12万人予定! 総展示予定規模530/1,180小間

## 第20回 モータ技術展

MOTORTECH JAPAN

民生用から産業用までのモータに関する専門技術展

## 第17回 スイッチング電源システム展

POWER SUPPLY JAPAN

電源の実用技術に関する専門技術展

## 第15回 EMC・ノイズ対策技術展

EMC JAPAN

電磁波ノイズ対策に関する専門技術展

## 第11回 モーション・エンジニアリング展

MOTION ENGINEERING JAPAN

駆動・伝達・制御に関する専門技術展

## 第11回 ボード・コンピュータ展

BOARD COMPUTER JAPAN

組込み機器・システムの最適構築を支援する各種バス・ボードの実用技術に関する専門技術展

## 第4回 热対策技術展

THERMAL ENGINEERING

機器・機械・装置の放熱、冷却、断熱に関する専門展示会

## 第3回 高効率・省エネ促進技術展

HIGH-EFFICIENCY & ENERGY-SAVING

工場・事業所向けの高効率・省エネ関連技術に関する専門技術展

〈特別企画〉 エネルギーエレクトロニクス時代を支える新エネルギー

NEW ENERGY TO SUPPORT THE ERA OF ENERGY AND ELECTRONICS

新時代のパワーサプライテクノロジー

〈関連企画〉 産・学 技術移転(TLO)交流プラザ

ホームページにアクセス

<http://www.jma.or.jp/TFW/>

詳細はホームページをご覧ください。

お問い合わせ先

TEL.03-3434-1391 TECHNO-FRONTIER WEEK 事務局 宛

FAX.03-3434-8076 〒105-8522 東京都港区芝公園3-1-22 社団法人 日本能率協会 産業振興本部内

同時開催

第2回 カーエレ&ITSデバイス展 2002 〈カーエレ&ITSデバイス展ホームページ〉  
<http://www.jma.or.jp/ITS/>

第2回 Bluetooth Expo 2002 〈Bluetooth Expoホームページ〉  
<http://www.jma.or.jp/BLUETOOTH/>

## 部門関連行事カレンダー

2002

- 4.28-5.2 [国際会議] Intermag Europe 2002  
RAI Congress Center Amsterdam, The Netherlands
- 5.5-8 [国際会議] MAGNETO OPTICAL RECORDING  
INTERNATIONAL SYMPOSIUM 2002 (MORIS '02)  
Ker-Moor Hotel, Benodet, Brittany, France
- 6.6 [部門講習会] No. 02-33 講習会  
MEMS関連技術の新展開  
—基礎から応用（光通信、データストレージ、流体・バイオデバイス）まで—  
詳細は本ニュースレター6ページをご覧下さい。
- 5.30-6.1 第14回「電磁力関連のダイナミクス」シンポジウム  
主催 日本AEM学会  
共催 電気学会、日本機械学会  
岡山ロイヤルホテル（岡山市）
- 6.17-18 [国際会議] 13th Symposium on Information Storage and Processing Systems  
ASME Information Storage and Processing Systems Division  
Santa Clara University, Santa Clara, California, U.S.A.
- 8.27-29 [国際会議] Asia-Pacific Magnetic Recording Conference Singapore (APMRC 2002)  
Pan Pacific Hotel, Singapore
- 9.25-27 [年次大会] 2002年度 年次大会  
Mechanical Engineering Congress, 2002 Japan (MECJ-02)  
東京大学本郷キャンパス（東京都文京区）
- 11.17-22 [国際会議] International Mechanical Engineering Congress and Exposition  
New Orleans Hilton & Ernest Morial Convention Center  
New Orleans, Louisiana

## 編集後記

IIP部門ニュースレター第23号をお届けいたします。今号では、精密機器に適した超音波モータのウォッチへの応用事例をご紹介していただきました。共振を利用するという新原理、小型化に適しているといった特長から、今後益々の発展が期待されます。更に今回、21世紀の技術者像を産学界の方々に語っていただく新企画を入れてみました。いかがだったでしょうか。

広報委員会では、ニュースレターや部門ホームページについてのご感想、ご意見、などをお待ちしております。下記窓口までお寄せ下さい。

## 部門ニュースレター担当

主　　査 小林 宏(ソニー), 副主査 堀江三喜男(東京工大), 渡辺博史(古河電工), 幹事 山浦 弘(東京工大)

編集委員 橋本雅伸 (NEC), 有坂寿洋 (日立製作所), 佐藤海二 (東京工大),  
柳原茂樹 (東芝), 小金沢 新治 (富士通)

ご意見窓口 E-mail : mhorie@pi.titech.ac.jp

発　　行 日本機械学会 情報・知能・精密機器部門

〒160-0016 東京都新宿区信濃町35番地 信濃町煉瓦館 5階

TEL 03-5360-3500 FAX 03-5360-3508

発　行　日 2002年3月25日