

- マイクロマシン技術の実用化に期待する
- マイクロマシンの研究紹介
  - ・ 微細高精度加工に関する研究
- MMCの事業活動
  - ・ 平成8年度事業計画
  - ・ 第3回マイクロマシン技術研究助成課題決まる
  - ・ 第2回マイクロマシン絵画コンテスト表彰式行われる
- 技術の系譜（賛助会員の紹介）
  - ・ 株式会社 安川電機（つくば研究所）
  - ・ 横河電機株式会社（センサ研究所）
- 海外事情
  - ・ MEMS '96サンディエゴで開催
  - ・ PHOTONICS・WEST '96
- トピックス
  - ・ 第2回マイクロマシンサミットへ参加
  - ・ 福岡/山口セミナー
- 入門講座 マイクロセンサ
- インターネットホームページ開設のお知らせ

# マイクロマシン技術の 実用化に期待する

新エネルギー・産業技術総合開発機構  
理事長 岩崎 八 男



新エネルギー・産業技術総合開発機構（NEDO）におきましては、通商産業省工業技術院の産業科学技術研究開発制度に基づき、財団法人マイクロマシンセンターの御協力を得て、マイクロマシン技術の研究開発プロジェクトを推進しております。

機械や人体内部の狭隘部で自律的に高度な行動をするマイクロマシンや、大幅な省エネルギーと工場の小型化を実現するマイクロファクトリに関する技術開発は、それぞれが非常にユニークな特色を持っているために幾多の技術的課題を抱えており、また社会環境上克服すべき問題点も数多くあると思われまます。しかしながらマイクロマシン技術の実現は、直接的な恩恵を被るエネルギー関連産業や製造業、医療関連分野のみならず、流通、販売、福祉など社会基盤全般に波及効果を及ぼすと想像され、豊かな未来社会のためには産官学が一体となって実現しなければならない課題です。

本プロジェクトは1991年度から10年間の計画となっており、1995年度で第1期の5年間を終了し、1996年度より第2期の5年間に入っております。第1期におきましてはマイクロマシンを実現するために必要となる基盤技術の確立を目指し、機能要素の可能な限りの小型化とマイクロマシンならではの新機構の開発、システムとして要求される技術の開発・調査等を進めてまいりました。第2期におきましては、基盤要素技術の高度化を行うことはもちろんであります。マイクロマシンの実用化を念頭においた組立てや制御などのシステム化技術と、品質保証等に必要な計測・評価技術等の開発に注力していく予定であります。

マイクロマシン技術の研究開発にあたり、その発展性の観点からはひたすらに個々の機能要素の小型化や高度化を試みることももちろん重要ではあります。早期の実用化を目指す場合はマイクロマシンとして役に立つ適正な大きさを確認し、むしろシステムとして機能させるための技術開発と具体的な用途に合わせた熟成が必要であると考えられます。これらの努力により、より具体的で実践的な問題点の抽出も可能になるはずで。また、マイクロマシン技術はあくまで産業科学技術ですから、コスト面まで含めた既存技術との競争力を確認・強化していく必要があることは明白です。

これらの観点から、第2期においては、ある意味で技術の出口を意識した技術開発を進めていく訳ですが、そのためには関連技術分野に関する幅広い情報、マイクロマシン技術に対する具体的なニーズの情報が非常に重要になると考えております。財団法人マイクロマシンセンターにおかれましては、既に国際マイクロマシンシンポジウムをはじめマイクロマシン展、イブニングセミナー、はては小中学生を対象とした絵画コンクール等を開催され、国内外を問わぬ幅広い情報交換やマイクロマシンに対する意識喚起が行われているわけですが、こうした場に関連分野の方々、ユーザーの側となる方々の幅広い御意見をいただき、一刻も早いマイクロマシン技術の実用化を達成していきたいと考えております。

夢ある社会の実現のため、マイクロマシン技術の実用化推進が、産業基盤全体の活性化につながることを祈念いたします。

# 微細高精度加工に関する研究

東京都立大学工学部  
助教授 諸 貫 信 行

本研究室では微細かつ高精度な幾何形状を創成するための特殊加工技術について、種々の原理の適用と加工プロセスを解明するための研究を行っています。さらに、これらを応用したマイクロメカニズムの製作や、微小運動機構の精度評価や運動解析に関する研究も進めています。なお形状創成には、切削のように工作機械の精度を転写する加工原理と単結晶固有の規則性を利用した加工原理が考えられますが、後者によると微細形状を極めて高い精度で創成しうる可能性があるため、本研究室では重点を置いています。以下では具体的な研究例を紹介します。

### 1. 異方性エッチングによる微細加工と応用

異方性エッチングとは、単結晶材料のエッチング速度が結晶方位によって大きく異なり、最終的にエッチング速度の遅い面で構成された幾何形状ができあがるという原理による加工法です。本研究室では単結晶シリコンを加工対象とし、エッチング液などの条件が仕上がり形状等に及ぼす影響を実験的に調べ、加工メカニズムの解明を進めています。

また、これを適用して微小機械要素を製作する場合に、最終的な寸法精度や仕上げ面の性状を良くするための条件、すなわち加工技術の確立についても検討を行っています。

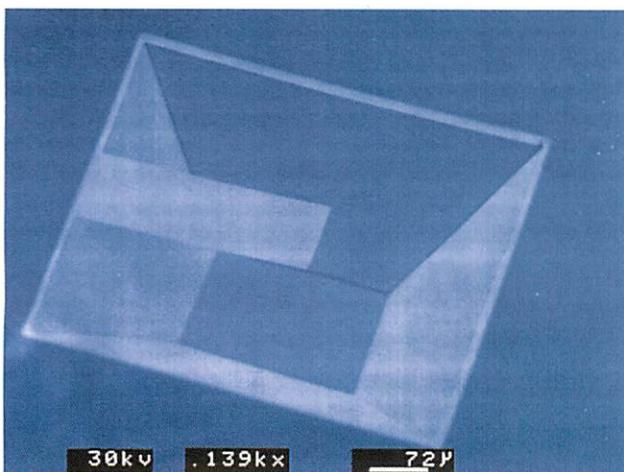


図1 微小片持ばり製作例

この加工方法を応用してマイクロメカニズムの試作も行っています。図1には微小片持ばりを示します。これは微小物体の運動力学を明確化するために試作したものであり、寸法は例えば、幅 $40\mu\text{m}$ ×長さ $260\mu\text{m}$ ×厚さ $0.8\mu\text{m}$ です。固有振動数を測定したところ約 $10.6\text{kHz}$ であり、従来の理論でも比較的良い推定が行えることがわかりました。

図2にはマイクロスライダの試作例を示します。これは直線運動を案内するための機構ですが、可動部のスライダは最小寸法で幅 $187\mu\text{m}$ ×長さ $400\mu\text{m}$ ×高さ $450\mu\text{m}$ のものまでできています。スライダ下面にはV凸形状が2条あり、ガイドにもこれに合ったV溝が2条あります。これらのV形状はシリコンの(111)結晶面で構成されるため、極めて高い精度を有しています。

このようなマイクロスライダの摩擦や運動精度の測定に関する研究も行っています。マイクロスライダ運動中の姿勢変化を計測するために、単眼視による対象物の立体視の手法を用いて運動中の姿勢を定量的に評価する方法を検討しています。

また、図3に示すような圧電素子と電磁石を組み合わせた機構によりマイクロスライダを駆動する研究も行いました。

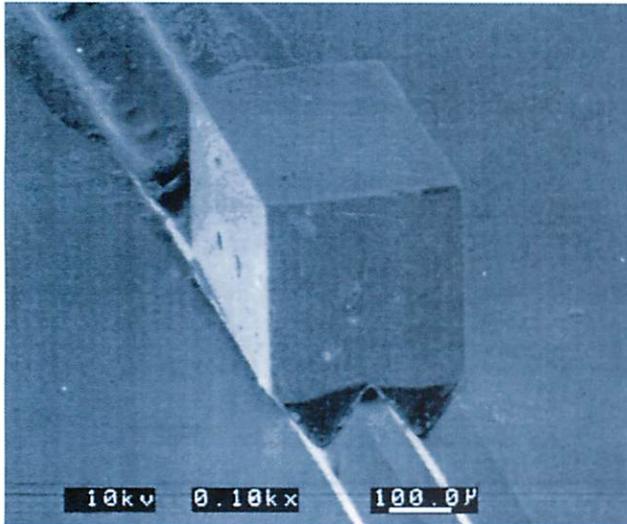


図2 マイクロスライダ製作例

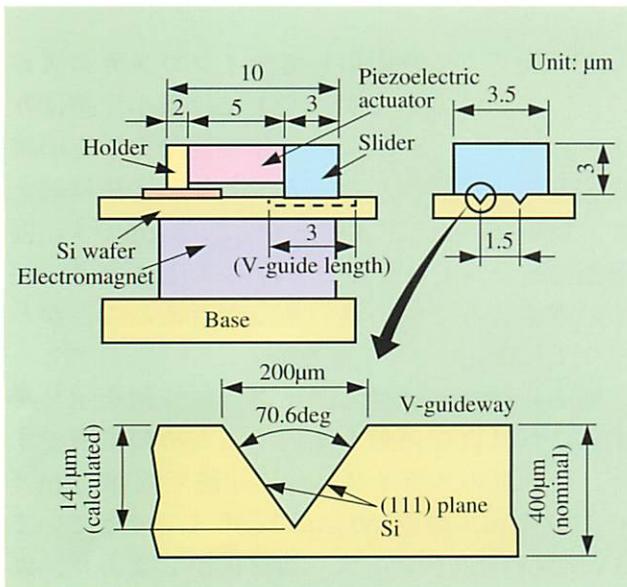


図3 マイクロ直動システム

## 2. 反応性イオンエッチングによる微細加工

反応性イオンエッチングはドライエッチングの一種であり、プラズマ化された反応ガス中のイオンやラジカルによる物理的・化学的反応の複合作用でエッチングする加工技術です。本研究室では、加工プロセスにおけるイオンやラジカルの役割について明確にする研究や3次元形状創成に関する研究を行っています。

## 3. 分子線エピタキシによる超平滑面の創成

分子線エピタキシは、超高真空環境下 ( $10^{-8}$ Pa 以下) において昇華した分子やクラスター (分子の集合体) を加熱した基板に付着させ、基板結晶軸に沿って結晶成長させる加工技術です。分子線エピタキシによれば、原子オーダーで平滑な面が得られると考えられますが、そのメカニズムはまだ明らかにされていません。そこで本研究室では理論解析と検証実験による分子線エピタキシにおける加工のメカニズムの解明、超平滑面の創成や自由曲面の平滑化などの研究を行っています。

図4は、シリコン基板にシリコンを成長させた表面をAFMで観察したときの結果を示しており、条件によっては図のような大きなステップが生じることがわかりました。現時点の対象はシリコン基板の上にシリコンを成長させることですが、これをSiC等の材料に拡張中です。

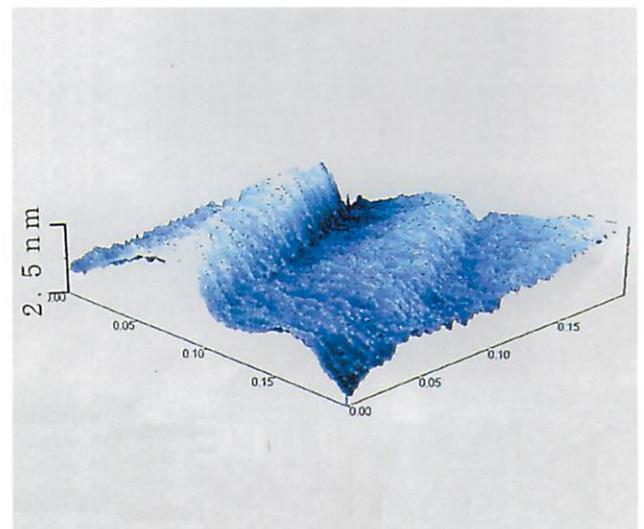


図4 AFM観察例

なお、都立大学では他学科でもマイクロマシン関連の研究が行われており、たとえばめっきを利用した微細形状多層膜の形成、光マイクロエンジンの解析と実験等が行われています。これらの各学科をまたがったプロジェクト研究も進められています。

# 平成 8 年度事業計画

## 1. 事業計画の基本方針

微細で複雑な作業を行う大きさ数mm以下の機能要素から構成された微小機械=マイクロマシンに関する調査および研究、情報の収集および提供、内外関係機関等との交流および協力、標準化の推進等を行うことにより、マイクロマシンの基盤技術の確立およびマイクロマシンの普及を図り、もって我が国の産業経済の発展および国際社会への貢献に寄与することを目的とし、平成8年度においては、前年度に引き続き我が国からの情報発信を積極的に行うことを基本方針として以下の事業を行います。

## 2. 主要事業の内容

### 1) マイクロマシンに関する調査および研究事業

第2期の初年度である工業技術院産業科学技術研究開発プロジェクトについて、研究開発基本計画(第2期)の研究開発目標の達成を目指し、研究開発体制を一層整備して、受託研究を積極的に進めていくとともに、諸外国との技術情報の交換および調査・研究の成果の内外への発信を行います。

#### ①工業技術院産業科学技術研究開発プロジェクト「マイクロマシン技術の研究開発」

(新エネルギー・産業技術総合開発機構からの受託研究)

第1期計画における基本的構成要素に関する技術の研究開発成果等を踏まえ、発電プラント等の複雑な機器および生体内の狭小部において、移動し、自律的に高度な作業、または、小型工業製品等の部品の生産作業を行う、微小機能要素から構成される機械システムであるマイクロマシンシステムを実現するための技術を確立することを目標とします。

平成8年度は、以下の研究開発等を行います。

#### [発電施設用高機能メンテナンス技術開発]

##### (i) システム化技術の研究開発(管内自走環境認識システム)

湾曲部を含む金属配管内において、無索にて水平、垂直方向に前進、後退、停止ができ、異物など周囲環境の認識が可能な機能をもつマイクロマシン試作システムの作製を通じてシステム化技術の研究開発を行います。

本体となる移動デバイスやマイクロ波によるエネルギー供給・通信デバイスの開発等による管内自走環境認識試作システム、異物等を撮影して画像信号を低消費電力で伝送するマイクロ視覚および光によりエネルギー供給と通信を行う光エネルギー伝送のシステム化等の研究開発に着手します。

##### (ii) システム化技術の研究開発(細管群外部検査システム)

多数の単体マシンが検査対象の形態に応じて連結や分離をすることが可能な機能をもつマイクロマシン試作システムの作製を通じてシステム化技術の研究開発を行います。

本体駆動源となる駆動デバイスの開発等による細管群外部検査試作システム、駆動デバイスの動力を走行機能に変換する減速・走行デバイスおよび単体マシンを複数個連結するためのマイクロコネクタのシステム化等の研究開発に着手します。

##### (iii) システム化技術の研究開発(機器内部作業システム)

多様な構造の機器内部に進入し、内部の微小傷の計測や補修作業が可能な機能をもつマイクロマシン試作システムの作製を通じてシステム化技術の研究開発を行います。

本体となる多自由度湾曲管状機構や補修用マニピュレータの開発等による機器内部作業試作システム、小型ジャイロによって構成される姿勢検出デバイスおよび光スキャナを応用したモニタリングデバイスのシステム化等の研究開発に着手します。

##### (iv) 機能デバイスの高度化技術の研究開発

将来のマイクロマシンシステムを実現するために必要な構成要素であり、マイクロマシン技術としての先進性がある機能デバイスについて、マイクロ化、高性能化、複合機能化等の高度化技術の研究開発を行います。駆動や作業に用いる変位と発生力が共に大きなアクチュエータである人工筋肉、結合面が互いに異なるデバイスを連結し、信号とエネルギーの受け渡しが可能なマイクロジョイント、マイクロ駆動部の摩擦を低減する磁気ベアリング等低摩擦サスペンションデバイス、マイクロマシンが外部からエネルギー供給を受けられない場合に非常用の安定電圧電源としてのリチャージャブルなマイクロバッテリー、およびレーザ光の光電変換で発電した電力で駆動され、作業用ツールの精密位置決めをする光駆動自由関節デバイス等の研究開発を推進します。

##### (v) 共通基盤技術の研究開発

マイクロマシンシステムを実現するために必要となる制御、計測、設計、評価技術等基盤となる共通的な技術の研究開発を行います。多数のマシンが作業に適したパターンを形成して、同時に検査等を行うことができるような分散マイクロマシン群のパターン形成技術、狭隘で複雑な環境内を移動するための超多自由度のホロニックメカニズムの実現を目指す階層型群制御技術、マイクロマシンの微細形状や動的挙動およびアクチュエータ等の微小な力やトルクを測定、また管内

の異物等を検知するマイクロ光分析を行うマイクロマシンの計測技術等の研究開発を推進します。

#### (vi) 総合調査研究

将来の発電施設の保全作業に必要なメンテナンス用マイクロマシンの基本設計を行うメンテナンス用マイクロマシンの調査研究およびメンテナンス分野での活用が期待されるマイクロマシンシステムについての先導的な調査研究を行うマイクロマシン技術総合調査研究を推進します。

また、工業技術院機械技術研究所と微小デバイスの特性解析に関する共同研究を行います。

#### [マイクロファクトリ技術開発]

##### (i) マイクロ加工・組立技術の研究開発

限られた狭所空間の中に、加工、組立、搬送、検査などの多数の工程に係わる機器類を統合化して組み込み、実際に、小型部品の製品モデルを作製出来る機能をもつマイクロ加工・組立用試作システムの作製を通じてシステム化技術の研究開発を行います。マイクロ加工技術、マイクロ組立技術、マイクロ流体操作技術、マイクロ光駆動技術、マイクロ電気駆動技術、マイクロ搬送技術、マイクロ検査技術の研究開発を推進します。

##### (ii) 総合調査研究

マイクロファクトリ化により各種デバイスが集積化、高密度化した場合の電磁波干渉等の問題点等の調査研究を行うマイクロファクトリ化影響調査研究および生産分野で活用が期待されるマイクロマシンシステムについての先導的な調査研究を行うマイクロマシン技術総合調査研究を推進します。

また、小型工業製品等の製造システムを小型化することにより、大幅な省エネルギー、省スペース、省資源を達成するマイクロファクトリ技術について、生産システムのダウンサイジング動向の調査、マイクロファクトリの経済性分析等を行い、将来のマイクロファクトリシステム概念構築等の研究を工業技術院機械技術研究所との共同研究で行います。

#### [体腔内診断・治療システム]

##### (i) マイクロマシンシステムの研究

医療分野のマイクロマシンシステムとして、体腔内診断治療システムである「脳血管診断・治療マイクロカテーテル」の主要構成要素となる機能デバイスであるマイクロレーザカテーテルおよびマイクロ触覚センサカテーテルのマイクロ化と機能複合化の研究開発を推進します。

##### (ii) 総合調査研究

将来医療応用分野におけるマイクロマシンシステムの活用についての先導的な調査研究を行うマイクロマシン技術総合調査研究を推進します。

#### ② マイクロマシン材料に関する研究開発

##### (i) 微小機能要素の作業環境に関する研究

マイクロマシン材料に関する研究開発を工業技術院機械技術研究所と共同研究で行います。

##### (ii) マイクロマシン用材料に関する研究

##### (iii) マイクロマシン用材料のフィジビリティスタディー

#### ③ マイクロマシンの設計・製作基盤技術に関する研究

マイクロマシンの設計・製作基盤技術に関する研究を工業技術院機械技術研究所と共同研究で行います。

##### (i) 加工基盤技術に関する研究

##### (ii) 機構のデバイス化に関する研究

##### (iii) マイクロアセンブリに関する研究

#### ④ マイクロマシンの基礎技術に関する調査研究事業

多様なマイクロマシンシステムの構築に必要なシステム化基礎技術および他分野における萌芽的な有望な技術シーズを探索、検証し、その育成を産学共同で推進してマイクロマシンの基礎技術の強化を図り、その普及振興に寄与することを目的に本年度は次の調査研究を行います。

##### (i) システム化基礎技術における技術シーズの探索

##### (ii) 他分野萌芽技術における技術シーズの探索

#### ⑤ マイクロマシン技術の導入による産業社会構造への影響に関する調査研究事業

微小な機能要素で構成された高機能な機械システムを実現させるマイクロマシン技術の研究開発は、着実に実績を上げ、既に部分的には商品に組み込まれ、社会生活に有用な効果を示しています。

マイクロマシン技術が多くの分野で導入が図られた場合、21世紀における産業構造の変化および産業経済・社会生活に与える効果を明らかにし、マイクロマシン技術研究開発の指針を設定し、その技術確立の効果的達成と技術の普及・振興に寄与することを目的とし、併せてマイクロマシン技術導入のための基盤整備を行います。

##### (i) マイクロマシン技術が産業社会構造に与える効果に関する調査

##### (ii) マイクロマシンが実用化されることによる社会生活の変化に関する調査

#### ⑥ 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事業

研究開発中のマイクロマシン技術プロジェクトおよび次世代マイクロマシン技術の新分野でのアプリケーションを開拓して、技術の一層の発展を図ることを目的とし、開発中および次世代の技術を体系化するとともに国内外において適用分野ごとに技術ニーズを探索します。

##### (i) 農業分野等における新しいアプリケーションのアイデアに関する技術的可能性を検討する調

## 査研究

- (ii) 地球環境、都市生活分野などにおけるマイクロマシン技術の新たなアプリケーションの調査研究
- (iii) 海外調査および欧州にてワークショップを開催

### ⑦マイクロマシンデータベースの構築およびメンテナンスに関する事業

マイクロマシンに関するデータベースを次により調査・構築し、マニュアルレポートとしてまとめ、研究開発に資するとともに、これらのメンテナンスを行います。

- (i) 国内外におけるマイクロマシン研究者を対象とした研究内容、研究論文、研究計画等のアンケート調査、研究集会等における発表動向調査、関連研究プロジェクトの内容調査等の結果を技術項目別に整理した研究開発マップ
- (ii) 国内外の企業におけるマイクロマシン技術の応用例、実用例等をアンケート調査、特許、技術誌、新聞等から収集・検討し、応用分野／技術項目別に整理した応用マップ
- (iii) 技術文献、センターの研究事業等の結果から得られた技術情報を整理した技術マップ

## 2) マイクロマシンに関する情報収集および提供事業

国内外の大学、産業界、公的機関等におけるマイクロマシンに関する情報並びに資料の収集を行い、センターで実施した調査資料等とともに整備し、センター資料室において閲覧に供するとともに内外に広く情報の提供を行います。

### ①マイクロマシン情報誌の発行

### ②資料室の整備充実

### ③インターネットWWWホームページの有効利用

## 3) マイクロマシンに関する内外関係機関等との交流および協力事業

官学産共同研究の推進事業の一環として研究グラントを、内外関係機関との交流を図るため研究者および有識者の招聘および派遣、マイクロマシンサミットへの参加、国際シンポジウム、セミナーの開催等内外関係機関等との提携、交流および協力事業を行います。

### ①マイクロマシン技術に関する研究開発への助成

マイクロマシン技術の研究開発を円滑、かつ、効率的に促進するため基盤的・基礎的研究に関し、官学産共同研究を推進する一環として、大学等に対し、研究助成を行います。

### ②マイクロマシン技術に関する研究者の交流

米、欧、豪からの有識者の招聘、ミッション等による我が国有識者、研究者を海外派遣し、交流促進を図ります。

### ③海外へのミッションの派遣

欧州および米国にミッションを派遣し、情報交換を行い交流を促進します。さらに、海外で開催される国際シンポジウム、学会へ参加します。

### ④マイクロマシンサミットへの参加および2国間技術交流の実施

第2回米、欧、豪、日におけるマイクロマシン分野に関するサミットに参加し、広い範囲におけるマイクロマシンに関する課題について討議を行います。また、2国間の技術交流の場を設け、マイクロマシンに関する技術・諸課題について検討を行います。

### ⑤マイクロマシン技術に関するシンポジウムの開催

マイクロマシン技術に関し、各国における研究開発成果適用状況および技術振興の方策などの発表を通じて、マイクロマシン技術の確立、普及を図ります。また、第2回国際マイクロマシンシンポジウムを開催します。

さらに、アジア諸国との交流のため、技術交流を中心としたフォーラムを開催します。

### ⑥マイクロマシンセミナーの開催

マイクロマシン技術の開発に関心の深い国に対し、専門家交流を補い、我が国の研究成果を積極的に幅広く提供するため海外においてセミナーを開催します。

## 4) マイクロマシンに関する標準化事業

前年度に策定した標準化事業の進め方に基づいて、(1)関連専門用語を体系化し、専門用語集としてまとめるとともに、(2)計測評価法の個別詳細調査による標準化における技術課題の抽出を進めます。さらに、(3)国際標準化の早期確立を目指し、海外の標準化活動との連携を深めていくこととしています。

## 5) マイクロマシンに関する普及啓発事業

広報機関誌の発行・配布、セミナー、展示会等を開催し、広くマイクロマシンに関する普及、啓発を図ります。

①広報機関誌として、広報誌（和、英）およびニュースレターを定期的に発行し、関係者に配布するとともに、インターネットWWWホームページを有効に活用します。

②マイクロマシンの絵画コンテスト開催、紹介誌の発行、ビデオの製作等により、マイクロマシンに関する普及啓蒙を図ります。また、イブニングセミナーおよび地方セミナーを開催し、官学産の交流に努めます。

③第7回マイクロマシン展を開催するとともに、次の開催準備を行います。

### ④マイクロマシン連合

マイクロマシン連合の事務局として、マイクロマシン関連団体の連携、強化に努めます。

## 第3回マイクロマシン技術研究助成課題決まる

第3回（平成7年度）マイクロマシン技術研究助成対象の課題が3月の理事会で決定しました。今年度も多数の応募があり、厳正な審査の結果、別表のように、新規テーマ7件、2年度目継続テーマ5件が選定され、総額1,800万円の助成金を贈呈することになりました。この研究助成の制度は、マイクロマシンセンターの自主事業として平成5年度より開始したもので、日頃マイクロマシンに関する基礎的な研究に取り組んでおられる大学の先生方の研究に対し助成を行い、マイクロマシン技術の一層の進展を図るとともに産学交流をさらに推進することを目的としています。

3月22日、研究助成金の贈呈式が東京霞ヶ関ビル東海大学校友会館に於いて開催されました。贈呈式では米本副理事長の主催者挨拶、藤野産業機械課長の来賓挨拶、三浦官学産共同研究委員会委員からの審査結果の報告が行われた後、助成対象の11名の先生方に、米本副理事長から助成金目録が贈呈されました。また、生田教授から助成金を受けられた先生方を代表して挨拶があり、その後、新規テーマを担当される7名の先生方から、それぞれ研究計画要旨の発表が行われました。贈呈式に続き、お祝いと懇談のパーティが開催され、助成を受けられた先生方を囲んで、なごやかな歓談がなされました。

なお、この研究助成は、平成8年度も継続され、7月から10月まで募集を行う予定です。



平成7年度研究助成課題と研究者

平成8年3月

研究者 (共同研究者)	所属機関名・役職	研究課題	研究期間
細田 直江	東京大学 先端科学技術研究センター ・ 助手	可逆的マイクロボンディング	2
生田 幸士	名古屋大学 工学部 ・ 教授	マイクロ光造形法を用いたマイクロ集積流体システムの研究	2
川口 春馬	慶応義塾大学 理工学部 ・ 教授	ON-OFF特性をもつ高分子ミクロスフェアの機能開発	2
杉山 進	立命館大学 理工学部 ・ 教授	高アスペクト比X線リソグラフィによる分布型マイクロアクチュエータの研究	2
鳥居 薫 (西野 耕一)	横浜国立大学 工学部 同上	教授 ・ 助教授 マイクロ流れの3次元計測技術の開発	2
中田 毅	東京電機大学 工学部 ・ 教授	ER流体を用いた光マイクロアクチュエータの研究	2
青柳 隆夫	東京女子医科大学 医用工学研究施設 ・ 講師	薬物送達用マイクロマシンの標的指向性制御に関する基礎研究	1
市村 國宏	東京工業大学 資源化学研究所 ・ 教授	(平成6年度助成研究) 外部刺激にตอบสนองする分子駆動システムの創製	継続2年度
安田 隆	東京大学 工学部 ・ 助手	昆虫の反射を利用したマイクロロボットの制御	継続2年度
松浦 弘幸 (藤正 巖)	東京大学 先端科学技術センター 同上	助手 ・ 教授 振動型人工筋肉素子の生体内運動時の工学的特性に関する研究	継続2年度
土田 縫夫 (大澤 潤)	豊田工業大学 制御情報工学科 同上	教授 ・ 助教授 イオンドラッグ力による液体流動を応用したマイクロポンプの研究	継続2年度
石田 誠	豊橋技術科学大学電気・電子工学系 ・ 助教授	マイクロマシン用新材料としての単結晶絶縁膜とSi膜による多層SOI構造の研究	継続2年度

## 第2回マイクロマシン絵画コンテスト表彰式行われる

マイクロマシン絵画コンテストは、マイクロマシンを幅広い階層の方々に理解して頂くとともに、その裾野を広げ、斬新なアイデアを得て、研究開発の参考になることを期待して、小中学生を対象に募集したもので、今回で2回目となります。第1回目の作品は、当センターの広報および普及活動に種々利用され、効果を上げています。

第2回目の募集は、前回と同様に、当センター賛助会員企業の協力を得て、茨城県つくば市、愛知県刈谷市および福岡県北九州市の小中学校の児童・生徒を対象に実施されました。

応募総数は、前回は上回る多数に上り、1次審査を経て、26点の作品が入選しました。応募の内訳および参加校は次の通りです。

### 応募総数

小学校の部	470点
中学校の部	903点
	1,373点

### 参加校

#### 小学校

つくば市立並木小学校  
刈谷市立小垣江東小学校  
刈谷市立亀城小学校  
刈谷市立雁が音小学校  
刈谷市立衣浦小学校  
刈谷市立小高原小学校  
刈谷市立住吉小学校  
刈谷市立富士松東小学校  
刈谷市立富士松南小学校  
\*刈谷市立双葉小学校  
\*北九州市立熊西小学校

#### 中学校

つくば市立竹園東中学校  
刈谷市立朝日中学校  
刈谷市立依佐美中学校  
刈谷市立刈谷東中学校  
刈谷市立刈谷南中学校  
\*刈谷市立雁が音中学校  
刈谷市立富士松中学校  
\*北九州市立引野中学校

(\*印：学校賞受賞校)

表彰式は、去る3月28日に東京千代田区霞ヶ関ビル33階の東海大学校友会館において行われ、受賞者、来賓、審査委員を始め、約40名が出席しました。

始めに、通商産業省工業技術院の近藤正幸研究開発官の来賓挨拶があり、参列した子供達に、「未来への夢を持つこと、実際にモノを作ったり、さわったりすること、使い方を誤らないようみんなで考えること」の大切さを述べ、審査委員長の三浦宏文東京大学工学部教授から審査経過と審査講評がありました。

三浦先生はその中で、「今年の作品は、応募が多かったので審査は大変でした。しかし、優れたものが多く、それだけ良い作品を選ぶことができたので、みなさんは入賞したことを誇りに思ってください。多くの人々がマイクロマシンを研究しており、将来、きっと役に立つマイクロマシンができますが、今は、まだ何に使えるかわかりません。私の研究室では昆虫を手本にして小さいけれど素晴らしいものを作ろうとしています。みなさんからはこういうものをこんな所に使えば良いというような提案をして下さい。」ということを優しく話していました。

ついで、入選作品の紹介ののち、小学校の部最優秀賞の刈谷市立富士松南小学校5年生の杉浦彩子さん、中学校の部最優秀賞の刈谷市立刈谷南中学校2年生の野村栄里さんら入賞者に表彰状と賞品が手渡されました。また、コンテスト実施に際し、多数の応募があった小中学校4校に学校賞が授与されました。

最後に、最優秀賞を受賞した2人から、受賞の喜びと、マイクロマシンへの夢と期待を込めた挨拶がありました。

小中学生が主役の表彰式のためか、和やかな雰囲気の中で行われ、来賓等の挨拶も優しく話しかけるような内容で、いつもの式典とは趣が異なり、また、次世代を担う子供達へのこのような普及啓発活動が重要であることを改めて認識させられるものでした。



受賞者記念撮影

## 第2回マイクロマシン絵画コンテスト最終審査結果

### 小学生の部

#### 最優秀賞

すみずみまできれいにする歯みがき機



杉浦 彩子 富士松南小学校 5年生

#### 一等賞

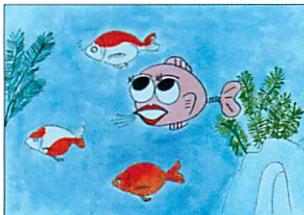
スネークレスキュー



鈴木 啓介 住吉小学校 6年生

#### 二等賞

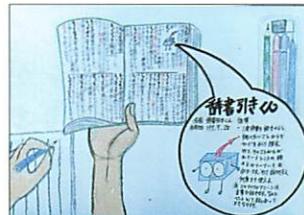
ゴミ取り金魚



西田 綾子 並木小学校 6年生

#### 二等賞

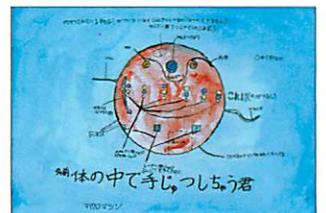
辞書引きくん



小海 千紗 並木小学校 6年生

#### 三等賞

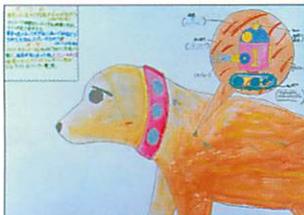
体の中で手じゅつしちゃう君



小林 夏樹 並木小学校 5年生

#### 三等賞

殺虫鬼ん (サッチュウキン)



丹羽 稔 双葉小学校 6年生

#### 三等賞

トランペットクリーナ



守屋 瑠奈 衣浦小学校 6年生

#### アイデア賞

たねやたまごを運ぶわり鳥



近藤 由貴 亀城小学校 5年生

#### アイデア賞

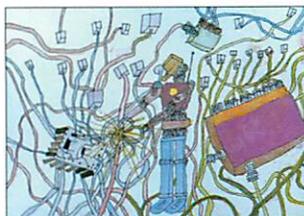
イコールキー



浦本 恵里 熊西小学校 6年生

#### 佳作賞

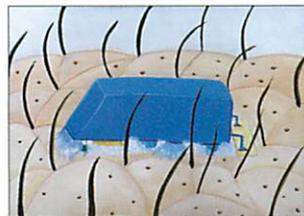
機械を修理するマイクロマシン



飯田 聡 並木小学校 5年生

#### 佳作賞

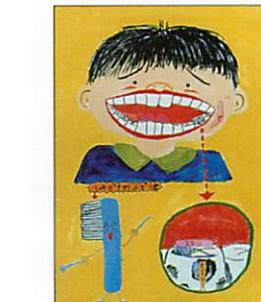
マイクロビューティーマシン



榊山季実代 衣浦小学校 6年生

#### 佳作賞

虫歯を治すハミガキ形小ぞう君



杉本阿希恵 衣浦小学校 6年生

#### 佳作賞

退治君



井野麻衣子 衣浦小学校 6年生

中学生の部

最優秀賞  
ボールになっちゃった



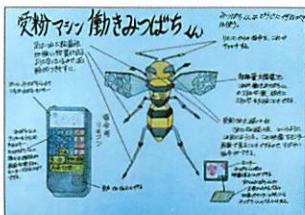
野村 栄里 刈谷南中学校 2年生

一等賞  
地球環境観測ロボット GE-nomi (ジェノミ)



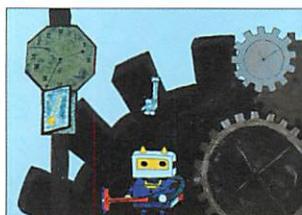
森田香菜子 竹園東中学校 2年生

二等賞  
受粉マシン 働きみつばちくん



伊藤加奈子 富士松中学校 2年生

二等賞  
ミニクリーンマシン



加藤 夏樹 刈谷南中学校 2年生

三等賞  
いたんだ髪修復マシン



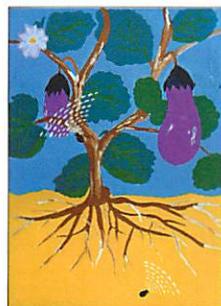
寺澤 弘陽 竹園東中学校 2年生

三等賞  
声帯変化機



磯村亜希子 雁が音中学校 3年生

三等賞  
超音波害虫キラーマシン



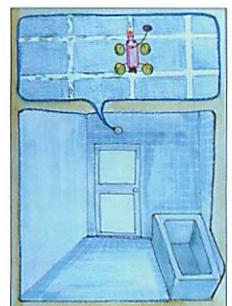
井上 雄史 刈谷南中学校 3年生

アイデア賞  
昆虫治療



村瀬 司 刈谷南中学校 3年生

佳作賞  
かびとり君



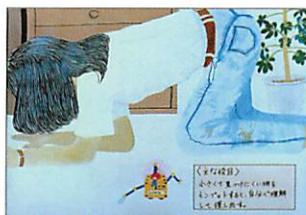
横山 千影 富士松中学校 1年生

佳作賞  
蚊取り太郎



三浦 英生 富士松中学校 1年生

佳作賞  
探し丸



鈴木 幸子 富士松中学校 3年生

佳作賞  
ハチドリマシーン



伊奈 幸恵 竹園東中学校 2年生

佳作賞  
花粉を付けるロボット



池田安由美 引野中学校 1年生

## 株式会社 安川電機 つくば研究所

### 1. はじめに

[つくばねのみねよりおつるみなのかは……]  
古くは万葉集にも歌われた筑波山、広い道路と緑に映える街路樹、思わず心がなごんでくる。こんな自然の雰囲気を持った町：つくば研究学園都市にある(株)安川電機つくば研究所を、本日は訪問しました。

同所は北九州市にある基礎研究所の中で明日を担う事業の柱を探索することを目的として1991年に開所した研究所です。広い視野の下での活動を行うために、同社は先端技術志向の異業種企業により構成されたつくば研究コンソーシアムに参画しており、分野を越えた技術革新の機軸となっています。

安川電機はハイテク化、グローバル化が一層進展し、技術と人間そして環境との関係があらためて問われている今日、「技術と人間の接点は優しく、美しくなければならぬ」を信じ、技術・信頼性を示すQualityとゆとり・人間性を示すBeautyからなる「Quality & Beauty」を提案し、産業の発展、社会生活の利便への貢献を目指しています。

同社は大正4年の設立以来、電磁式モータとその応用製品を世に送り出しており、メカトロ機器分野、システム電機品分野および重電機器分野等の製品群を提供する電機メーカーです。なかでも、産業用ロボットを1970年に世界に先駆けて世に送り出した事や“メカトロニクス”という言葉を生み出したことは良く知られています。

### 2. 研究開発の内容

同社の研究開発活動は事業所内にある開発部門と基礎研究を中心に行われています。研究活動に携わる人員は280人を擁し、基礎研究所では医療福祉分野や遠隔監視しながら適切に作業を行うバーチャルリアリティロボット、高真空環境下における極限環境メカトロニクスやこれらのキー技術であるモータ技術、制御技術、新素材等の基幹技術の研究を行っています。つくば研究所ではメカトロ技術の探索・研究につな



るヒューマンメカトロニクスの研究や情報通信の研究が行われています。また国家プロジェクトであるIMSの研究やマイクロマシン技術の研究もつくば研究所で取り組んでいます。

### 3. マイクロマシン技術への取り組み

「小さなものは小さな機械で作る」というコンセプトで省エネ、省スペースを実現するマイクロファクトリシステムという構想があります。このようなマイクロマシン技術で構築するシステムにはマイクロアクチュエータ技術が必要とされます。安川電機つくば研究所では、このような技術をネオメカトロ技術と位置づけて、研究開発を行っています。

マイクロマシンセンターの委託業務としては、マイクロ電気駆動デバイスの研究を担当しています。このテーマの中でロータリ型マイクロアクチュエータの研究開発を行っています。ロータリ型アクチュエータには静電式と電磁式などがありますが、前者は小型化するほど発生力の点で有利と言われています。

しかし、電磁式に対してどれくらいの寸法で有利に成るのかは実証されていませんでした。評価する微小トルク測定装置が無かったのもその理由の一つです。

これまでに、両方式の高トルク化に関する要素技術に取り組み、高トルク化を達成すると共に両方式の寸法に対するトルク比較を行いました。比較は試作と解析に基づいています。トルク測定用に開発した微小トルク測定装置は $10^{-8}$ Nmの分解能を持っています。この結果、用途によってどの方式のマイクロアクチュエータを使えば良いかの選定の指針が出来るように成りました。今後は、マイクロアクチュエータの高性能化、いかに美しく動かすかの追求を目指していくそうです。

今回の訪問で、マイクロマシンの要素技術がシステム化へと1歩1歩進んでいることを印象づけられました。

# 横河電機株式会社 センサ研究所

## 1. はじめに

横河電機株式会社は、1915年（大正4年）に東京市において電気計器の研究所として創業されました。以来、計測、制御、情報の技術領域を中心に事業展開を行い、つねにトップメーカーとして業界をリードしてきました。

絶えず変動するシステムの状態を測定し、その情報をもとにシステムを制御する、さらにはシステムの情報をネットワークにより発信する作業は、産業や社会において欠くことの出来ない基礎的技術です。

この技術をベースに、顧客に最適なソリューションを提供するシステムソリューション、高い信頼性を誇るテスト&メジャメント、自社開発の高度な技術を市場に提供するコンポーネントなどの分野で新たなビジネスに取り組んでいます。

## 2. 研究開発の体制

これらの技術のもととなる研究開発は、常に最先端のテーマに取り組み、大きな成果を挙げています。現在、中央研究所のもとには「エレクトロニクス研究所」、「オプトエレクトロニクス研究所」、「センサ研究所」、「情報システム研究所」、「コミュニケーション機器開発センター」の4研究所1センターが配置され、21世紀を目指した息の長い高度な研究を継続しています。

「マイクロマシン」というキーワードがズバリ冠されたマイクロマシングループは、センサ研究所の中に設置され、その名の通りマイクロマシン技術による高精度、高機能センサおよびアクチュエータの研究開発を使命としています。集中することによる効率的な研究開発を実現するため、1993年の春に長野県の中央、伊那谷に拠点を構えました。前方に南アルプスの山なみ、背後に中央アルプスの駒ヶ岳をひかえ、たぐいまれな好環境の中で研究開発に取り組んでいます。



## 3. マイクロマシニング技術への取り組み

マイクロマシン技術への取り組みは、差圧センサの半導体化に端を発します。計測と制御のプロセス工業において差圧センサは、流体の流量、液位、密度などの測定に広く利用される重要なコンポーネントです。プロセス工業の高度化、高精度化に伴い、センサへの測定精度や耐久性への要求は年々厳しくなっています。この様な背景から、初期の金属ダイアフラムによる力平衡式から、差動容量式、さらにシリコン結晶ダイアフラム上のピエゾ抵抗素子を用いた方式、あるいは容量式など変遷を続けています。

1984年より、単結晶シリコンダイアフラム上に、応力により振動数の変化する振動子、およびそれを収納するマイクロ真空室からなる独創的な差圧センサを、マイクロマシニング技術で一体形成する研究を開始しました。1986年にはダイアフラム上の微小な振動子の試作が完成、優れた再現性と安定性の実証ができました。このセンサは、DPharpという名称の差圧伝送器のキーデバイスとして製品に組み込まれ、3次元マイクロマシニングセンサを、工業プロセス機器へ応用した初めての例となりました。また従来製品の水準を大きく打ち破る高精度、高安定な特性を得ることができ、これらの成果に対し、平成7年度の大河内記念賞の受賞に結びつきました。

培ってきた技術を様々なセンサ、アクチュエータの分野へ展開しながら、産技プロジェクトの成功へ寄与したいと考えています。マイクロマシン技術が今後の製品のコンセプトやコストをより優れた望ましい方向に変え、この技術を通じ21世紀の社会に貢献できることを確信しています。



## MEMS '96 サンディエゴで開催 マイクロマシンセンター訪米調査団も参加

今年の「MEMS '96ワークショップ (IEEE)」が、2月11日から2月15日まで、米国・カリフォルニア州のサンディエゴのリゾートホテル、「サンディエゴプリンセスリゾート」にて開催されました。マイクロマシンセンターの訪米調査団(9名)もこの会議に参加しました。

今回の会議のスコープとしては、特に、微小なエレクトロメカニカルデバイスの実現につながる新しい製作技術、およびMEMSデバイスやシステムの実現へのこれらの技術の応用が重要な課題として挙げられ、また、MEMSの潜在的なユーザの参加が特に奨励されました。

参加登録者は、19カ国から、401名(昨年のMEMS '95は247名)で、米国227名、日本63名(昨年は43名)、スイス31名、韓国21名、ドイツ20名、中国12名、オランダ8名、スウェーデン3名などでした。参加登録者が多い大学・研究機関としては、ETHチューリッヒ11名、ケースウェスタン大学10名、ロックウェルインターナショナル社、名古屋大学が各9名、トウエンテ大学、UCLA、東京大学が各8名、カリフォルニア工大、機械技研が各6名、コーネル大学、UCバークレーが各5名等でした。産技プロジェクト「マイクロマシン技術」の関係者は、国研、企業11社等からの27名で、日本からの参加者の43%を占めました。

発表件数は91件で、口頭発表41件(内、招待講演3件)、ポスター発表50件でした。米国から34件、日本から27件が群を抜き、その他は、スイス8件、ドイツ7件、オランダ6件などでした。

発表内容をおおまかに分類すると、静電等アクチュエータ関連が19件、加工・製作技術関連が26件、トライボロジ・機械的性質が7件、デザイン・モデリングが5件、物理的センサが5件、加速度計が5件、計測が8件、応用が15件などでした。昨年と比べると、アクチュエータ、ファブリケーション技術、機械的性質、計測技術に関する発表が増加し、また、センサ、加速度計、ポンプなどの実用性の高いマイクロデバイ

スを、より簡単に、より低コストで、より使い勝手の良いものを作る技術の発表が目立ってきたようです。

パラレルセッションを行わず、一堂に会する全体会議で議事を進めるという伝統をもつこのワークショップでは、約400人が着席できる机と椅子を備えた大会議場に、多いときで300人余、少ないときでも250人位の参加者があり、1件当たり25分の割当時間を比較的によく守りながら、熱心に発表、討議が行われました。ポスターセッションも非常に熱気に満ちた討議がなされました。

「訪米調査団」メンバーからは、口頭発表2件、ポスター発表2件の発表が行われましたが、産技プロジェクト関係者の発表としては、口頭3件、ポスター7件の計10件の発表が行われました。他に、日本からは、東京ガス、シャープ、ニコン、新日鉄、神奈川科学技術アカデミなどの発表がありました。

次回のMEMS '97は、1997年1月26日~30日の予定で、記念すべき第10回の国際IEEEワークショップとして、日本の名古屋市(ホテルキャッスル名古屋)で開催されることが発表されました。

「訪米調査団」は、MEMS '96に参加した後、SRIインターナショナルおよびカナダのサイモンフレイザ大学を訪問し、マイクロマシン関連技術に関する技術交流と調査を行いました。



MEMS '96ワークショップに参加したマイクロマシンセンター訪米調査団一行

## PHOTONICS・WEST '96

当センター研究部太田課長が米国に出張し、1月27日から2月2日までサンノセ市で開催されたSPIE主催によるPHOTONICS WEST '96に参加、講演を行いました。この学会は、BIOS '96 (Biomedical Optics)、OE/LASE '96 (Optoelectronics, Lasers & Applications)、および Electronic Imagingの3学会の合同総会で、トータル2,500件以上の発表が行われる大きな学会です。発表内容は「光」を共通ワードとして、医療用レーザー治療診断技術、画像入力診断技術、光分析検査技術、光微細加工技術、光学情報処理技術等、多岐に亘り、異分野の先端技術に触れることができるエキサイティングな会議でした。また、北米最大の光学機器展およびバイオオプティックス機器展が併催され、多くのメーカーが出展していました。この学会は、市場に近い技術を技術領域の枠を越えて、フランクに発表しあう場というところに特徴がある感じました。

太田課長は、OE/LASE '96の中の一つの分科会「Miniaturized Systems with Micro-Opto Electronics & Mechanics」で発表を行い、産技プロジェクトの最近の研究開発成果を紹介し、

終了後は多くの研究者から技術的な質問を受けました。この分科会の他の発表では、表面マイクロマシン技術を用いたオプトエレクトロニクスICに関するものが多く、特に、Siの表面に微細な光学素子を形成する技術に関する発表が多く見られました。

また、この分科会では、パネルディスカッションが夜8時から10時まで行われ、マイクロな光関連素子を如何にすれば市場に出せるかというテーマで様々な領域の研究者の6名の代表者がパネラーとなり、活発な質疑が交わされました。日本からは、太田課長とオムロン(株)の今仲室長がパネリストとして参加しました。質問、意見等は米国産業界の代表であるSilicon Microstructure, Inc.のKnutti氏に集中、話題はパッケージングに関するものが多く、この素子の実用化には、パッケージング技術と、マイクロオプトデバイス自身が、いかに高い機能的な価値を生み出せるかが鍵であると感じました。

また、他の分科会の発表タイトルの中に、「Micromachine」という言葉が多く見られ、微細な3次元構造素子の代名詞として、米国においても定着しているようすが伺われました。



## 第2回マイクロマシンサミットへ参加

当センターでは、マイクロマシン技術の振興と普及のために国際交流事業を進めており、その一環として去る平成7年3月に京都において第1回のマイクロマシンサミットを主催しました。これは、日本を含む10カ国のマイクロマシン関連の大学・研究機関および産業界のトップクラス28名が一堂に会して、研究開発から実用化までのあらゆる課題について意見を交換し、更に、開催すること自体をPRして内外におけるマイクロマシンに対する認識を高めることを目的としたもので、約100名のオブザーバーが参加し多大の成果を得ることができました。

この結果を受けて第2回のサミットが4月24日～26日の3日間、スイス・モントルーで開催されました。日本は、欧州6カ国から構成された組織委員会から代表団とオブザーバー派遣の招待を受け、5名の代表団および13名のオブザーバーを派遣しました。

第2回サミットには、下記9カ国が、代表として参加しました。

日本代表は、次の方々です。

首席代表 中島尚正 東京大学工学部教授  
代表 下山敏郎 オリンパス光学工業株式会社  
石丸典生 日本電装株式会社  
守友貞雄 セイコー電子工業株式会社  
平野隆之 (財)マイクロマシンセンター  
専務理事

サミットでは、参加各国の首席代表によるマイクロマシン関連のカントリーレビューの発表の後、次の7つのトピックスを討議しました。

- (1) マイクロマシンのスコープ
- (2) 標準化
- (3) 研究と教育
- (4) 研究開発計画と政府の役割
- (5) 社会と産業に与えるインパクト
- (6) 産業からの要求
- (7) 市場

各トピックスについては、欧州組織委員会が、指名した日米欧等の専門家2～5名がプレゼンテーションを行い、日本からは、次の方々がプレゼンテーションを行いました。

マイクロマシンのスコープ

中島尚正 東京大学工学部教授

研究と教育

生田幸士 名古屋大学工学部教授

研究開発計画と政府の役割

平野隆之 (財)マイクロマシンセンター専務理事

社会と産業に与えるインパクト

下山敏郎 オリンパス光学工業株式会社

産業からの要求

石丸典生 日本電装株式会社

市場

守友貞雄 セイコー電子工業株式会社

なお、会議の開催結果の詳細は、次号に掲載致します。

国名	首席代表	所属
日本	中島尚正 教授	東京大学
オーストラリア	Prof. I. Bates	Royal Melbourne工科大学 教授
カナダ	Prof. G. Guild	Micromachine Technology Center Ltd.社長/Simon-Fraser大学
フランス	Prof. D. Hauden	CNRSマイクロ技術研究所 (IMFC) 部長
ドイツ	Prof. W. Menz	Albert-Ludwig大学
オランダ	Prof. J. H. Fluitman	Twente大学
スイス	Prof. N. F. de Rooij	UK Microengineering Common Interest Group会長/Imperial大学
英国	Prof. H. Dorey	Neuchatel大学
米国	Prof. R. S. Muller	U. C. Berkeley

## 福岡／山口セミナー

マイクロマシン技術の研究開発に関心を持つ人達を対象に、毎月1回東京・神田の当センターを会場にして基礎技術を研究されている学識経験者を講師に迎え、イブニングセミナーを開催していますが、一層の普及啓発を図るため、全国各地でも地元機関の協力を得て、セミナーを開催しています。

今年の1月には、福岡県・北九州市と山口県・宇部市において開催しました。

### ● 福岡マイクロマシンセミナー

去る1月11日(木)午後、福岡マイクロマシンセミナーが当センターと福岡県工業技術センターとの共催で、北九州市において開催されました。

講演は、北九州テクノセンター内の多目的ホールで行われ、福岡県工業技術センター 龍江義孝所長、工業技術院 近藤正幸研究開発官、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「地域における革新技术への取り組み」、「国の産業技術研究開発政策」、「マイクロマシンセンターの事業活動」、「マイクロマシン技術の概要」について講演を行い、更に、次の内容の産技プロジェクトの成果紹介を行いました。(敬称略)

「多自由度管状マイクロマニピュレータ」

オリンパス光学工業(株) 技術開発本部 次長 柳沢一向

「マイクロ発電機」

三菱電機(株) 先端技術総合研究所

グループマネージャー 成宮 宏

「マイクロ光電変換デバイス」

三洋電機(株) ニューマテリアル研究所

主任研究員 伊豆博昭

「マイクロ検査マシン」

日本電装(株) 基礎研究所 主任研究員 井戸垣孝治

このセミナーには、地元福岡県のマイクロマシン技術に関心を寄せている企業の研究開発、生産・製造技術に携わる人達、大学・研究所の関係者等約100名が参加しました。マイクロマシン技術に関心を持つ方々の参加が多く、講演後は、熱のこもった質疑応答が行われていました。



福岡でのセミナー風景

### ● ハイテクシンポジウム山口'95

山口大学工学部等が主催する2日間のマイクロマシンシンポジウム(実行委員長:栗林勝利 山口大学工学部教授)に当センターが協賛して、1月12日(金)の午後、マイクロマシン技術関連の産技プロジェクトの内容を中心とし、「産業科学技術政策」、「マイクロマシンセンターの事業」、「マイクロマシン技術の研究開発の現状」をテーマに講演を行いました。会場は、山口県宇部市の常磐湖を望んだときわ湖水ホール。山口大学の学生等が数多く参加し、活発な質疑応答が行われ、当センターの広範な事業活動および産技プロジェクトの成果を強く印象付けることができ、地方でこの種のシンポジウムを開催する重要性を認識させるものとなりました。講演者および演題は、次の通りです。(敬称略)

「産業科学技術政策の方向とマイクロマシン技術」

工業技術院研究開発官 近藤正幸

「マイクロマシンセンターの事業と技術振興」

(財)マイクロマシンセンター事務理事 平野隆之

「マイクロ光電変換デバイス」

三洋電機(株) ニューマテリアル研究所

主任研究員 伊豆博昭

「マイクロ発電機」

三菱電機(株) 先端技術総合研究所

グループマネージャー 成宮 宏

「多自由度管状マイクロマニピュレータ」

オリンパス光学工業(株) 技術開発本部 次長 柳沢一向

「マイクロ検査マシン」

日本電装(株) 基礎研究所 主任研究員 井戸垣孝治

マイクロマシン技術、特にシリコンプロセスに代表される技術は、センサにとって回路との一体化を始め、センササイズの格段の小型化、バッチ処理効果による大幅なコストダウンを可能とします。現在センサはマイクロマシン技術の展開が最も期待される分野であり、すでにその技術を用いたセンサが一部製品化されています。今回はセンサの開発例として、加速度センサ、角速度センサ、圧力センサ、流量センサを紹介します。

## 1. 加速度センサ

近年自動車への安全性要求が高まり、エアバッグシステムの搭載数が急増しています。このシステムの中で自動車の衝突を感知するのが加速度センサです。写真1に加速度センサの概要と平面写真を示します。単結晶シリコンを異方性エッチングを利用してカンチレバー（片持ち梁）を形成し、梁にたわみで抵抗が変化する歪みゲージを配置しています。紙面矢印方向に加速度が生じると、重りが変位して梁がたわみゲージの抵抗が変化して横にある回路で加速度を検出します。センササイズは8.3mm×3.55mmという小さなサイズです。

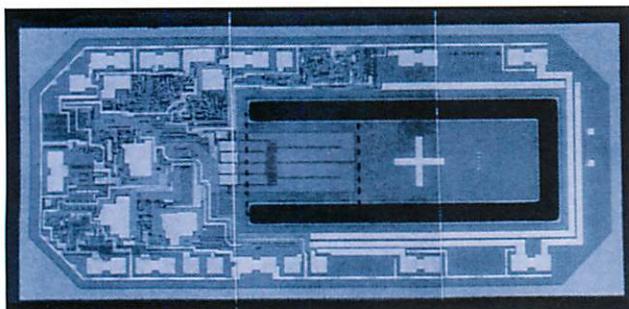


写真1 加速度センサ（日本電装(株) 提供）

## 2. 角速度センサ

角速度センサは物体に働く回転速度を測定するもので、ビデオカメラの手ぶれ防止、ロボット制御、ナビゲーション、自動車の姿勢制御に重要なセンサです。写真2に角速度センサの開

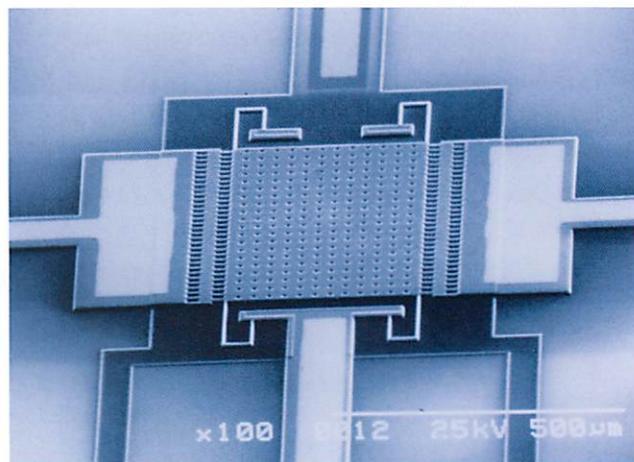


写真2 角速度センサ（株村田製作所 提供）

発例を示します。検出原理は次の通りです。まず重りの左右に設けられた櫛歯型電極で静電気を発生させ、重りを基板水平方向（写真中の左右）に励振させます。このとき写真中上下方向を軸に角速度が生じると、重りにコリオリの力が発生し重りは基板垂直方向に変化します。この変位を重りと基板間の静電容量変化で検出します。このセンサはシリコン基板の上に犠牲層、多結晶シリコンを堆積させた後に犠牲層の一部をエッチング除去して多結晶シリコンを可動としています。このような表面マイクロマシニングと呼ばれる加工技術は加速度センサで述べた単結晶シリコンの加工に比べ更なる小型化が可能で、写真に示したセンサ構造体のサイズは0.7mm×0.7mmとなっています。

### 3. 圧力センサ

自動車のマニホールド内の圧力測定に代表される圧力センサは、シリコンでダイアフラムを形成しダイアフラムの変形から圧力を測定するものです。写真3に歪みゲージ式の圧力センサの開発例を示します。この圧力センサの特長は写真中の断面図からわかるように真空室を持っていることです。通常の圧力センサはダイアフラムで隔てられた空間の圧力差すなわち相対圧を測定しますが、このセンサはダイアフラムの片側に真空室を持つことで絶対圧の測定が可能となります。真空室は中央の穴から犠牲層エッチングを行ってダイアフラムを形成した後、真空中で穴を封止することで形成できます。ダイアフラムの直径は0.1mmという超小型です。

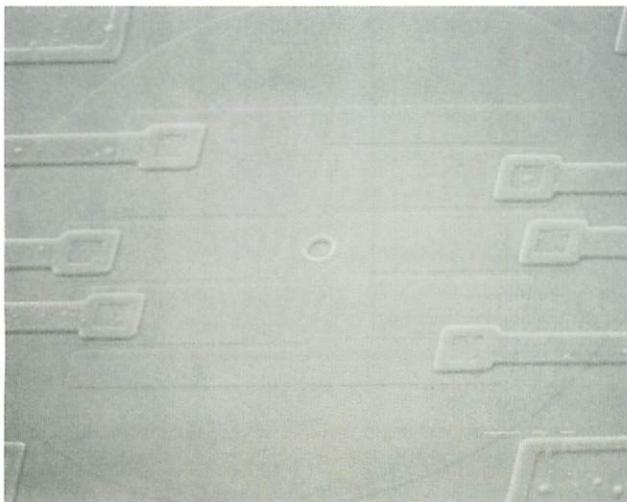


写真3 圧力センサ (株豊田中央研究所 提供)

### 4. 流量センサ

流量センサは流体への影響を小さくするため極力小型のものが好ましく、マイクロマシン技術による小型化は非常にメリットがあります。写真4に熱式の流量センサを示します。ポリシリコンのブリッジ構造体がヒータとなり、流量が変化することで生じるヒータから流体への伝

達熱量の増減を測定します。ヒータから基板への熱伝達量が多いと熱ロスとなって感度がさがるため、ヒータ下部の基板をエッチング除去して熱絶縁性を向上させています。ヒータサイズは0.24mm×0.09mmです。

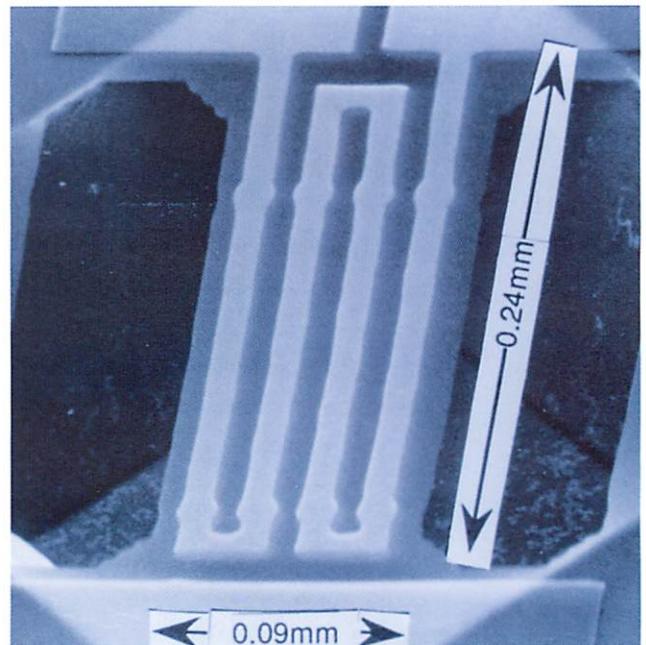


写真4 流量センサ (東京ガス(株) 提供)

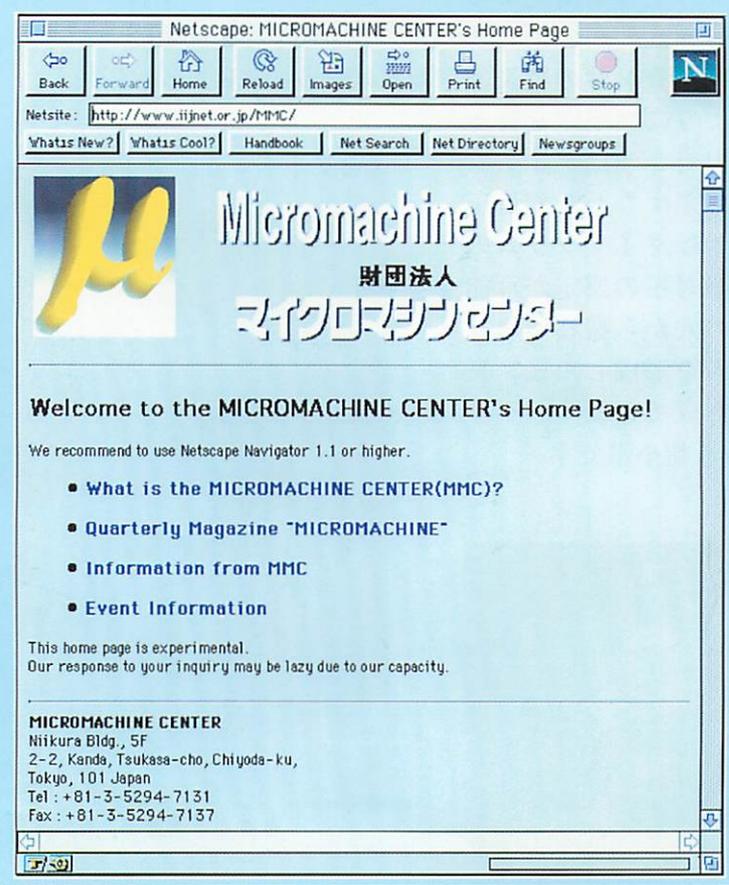
### 5. マイクロセンサの今後

マイクロマシン技術がセンサに応用され、様々なマイクロセンサが開発されてきています。今後はこれらのセンサの高機能化、アクチュエータとの集積化が進み、たとえば流量センサとマイクロポンプが集積化された流量制御可能なマイクロフローシステムが実現されていくと予想され、ますますマイクロマシン技術が重要となるでしょう。

## インターネットホームページ開設のお知らせ

当センターでは、海外向け情報発信のためにインターネットのWWWサーバーにホームページを昨年10月から開設しています。当センターの概要、活動状況の紹介およびマイクロマシン関連のイベントの情報の提供をしています。是非ご高覧頂きたくお知らせ致します。アドレスは次の通りです。

<http://www.ijinet.or.jp/MMC/>



### 編集後記

当広報誌も、回を重ねて、お陰様で15号の発行のはこびとなりました。創刊当時は、開発成果の発表記事もなく、マイクロマシンセンターの必要性のPRと、開発計画の取組みを中心とした内容が中心でした。最近では、産技プロの第1期成果も、関係諸氏の努力により、目を見張るような成果が出ており、又、内外でのイベント開催も活発な活動がなされ、掲載記事の選択にもうれしい悲鳴を上げている状態です。発行部数も、当初より3倍近い3,000部となり、過去2回の配布先見直しをしましたが、まだまだ増加するようです。

今後の展開として、新しいメディアを積極的に利用して、新鮮な情報を必要とする方々へ、タイムリーに提供出来る方策を考えて行かねばなりません。インターネットを利用した国内外への広報や、それらをまとめたデータベースとしてのCD-ROM版の発行など、新しい広報媒体の活用を、はかって行きたいものです。

### 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