



マイクロ・ナノで

未来を創ろう

名古屋大学大学院工学研究科

# マイクロ・ナノシステム工学専攻



マイクロ・ナノ制御工学  
Micro-Nano Control Engineering  
Biorobotics



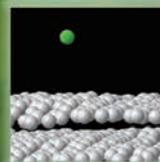
生体医用マイクロ工学  
Biorobotics and Biomedical Engineering



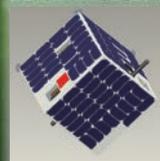
マイクロ・ナノ計測工学  
Micro-Nano Metrology



マイクロ・ナノプロセス工学  
MEMS and Micromachining



マイクロ熱流体工学  
Micro Thermal Fluid Engineering



航空宇宙マイクロ工学  
Aerospace Micro-Nano Engineering



# 地球と人間に優しい科学技術

## ー日本初のマイクロシステム工学専攻からマイクロ・ナノシステム工学専攻へー

計算機の出現とこれに伴う科学・技術の変革は、高度工業化・情報化社会の大きな牽引力となってきました。21世紀に入り、科学・技術は大きな変革を遂げていくことはまちがいありません。しかし、一方では資源・エネルギー、環境など社会システムに関連する新しい要因が増大し、地球に優しくかつ人間にも優しい技術が強く求められるようになっていきます。

このような要求に応えるためには、システムの機能を向上するとともにシステムの効率を高めることは必然です。そのために、機械システムの超小型化・超集積化、すなわちマイクロ・ナノシステム技術の発展・確立に大きな期待が寄せられています。

21世紀の社会を支える新しい基盤技術の研究に参画し、地球と人間に優しい高度工業化・情報化社会の実現を目指そうではありませんか。

### 目次

1. 名古屋大学大学院工学研究科マイクロ・ナノシステム工学専攻の概要	2
2. 流動型大学院システム	3
3. 講座の紹介	4
4. カリキュラム	10
5. 大学院修了者の活動分野	12

## 名古屋大学大学院工学研究科マイクロ・ナノシステム工学専攻の概要

現在の高度工業化・情報化社会を支える先端技術開発の一つの方向として、システムの高機能化・高効率化があります。そのために機械システムの超微小化・超集積化、すなわちマイクロ・ナノシステム技術への要求があります。この技術は、産業・生産システム、情報・エレクトロニクス、航空宇宙システム、医療・生体工学など広範囲の分野で大きな変革をもたらすことができ、21世紀の社会を支える基盤技術として大きな期待が寄せられています。

このような機械システムのマイクロ・ナノ化技術の一例として、センサ、アクチュエータ、プロセッサなどから構成されるマイクロ・ナノマシンがあります。マイクロ・ナノマシンは産業への直接的応用には未だ大きな技術的隔たりがありますが、その技術への期待は大きく、マクロ技術を基礎とするダウンサイジングの技術のみではなく、原子・分子レベルの操作を含むナノテクノロジーとの融合によって、このギャップを埋めることが要求されています。

マイクロ・ナノシステム技術の大きな特徴となっている、機械システムのマイクロ・ナノ化技術とナノテクノロジーの融合は、機械システムの超微小化とナノ物性の制御による新しい機能の集積化、ナノ技術に支えられた観察・加工技術の活用によって、機械システムの概念を根本的に変化させます。すなわち、マイクロ・ナノ領域での新技術開発のためのマイクロ・ナノシステムの設計、製造、運動、制御などは、マクロ領域とは基本的に異なり、まったく新しい物理的、化学的、ならびに力学的現象によって支配されています。マイクロ・ナノ領域では体積効果に比べて表面効果と界面量子効果が支配的となるだけでなく、情報の伝達、質量とエネルギーの輸送、システムの組織化と制御、システム要素の加工と組立などが新しい機構で支配されるので、従来の工学における原理、理論、技術をそのままの形で適用することは困難です。したがって、マイクロ・ナノシステム技術の確立のためには、マクロ領域を主な対象とする従来の機械システム技術と、原子・分子を基礎とするマイクロ・ナノ技術を融合した新しい工学的取扱いが必要となります。

このような背景のもとで本専攻では新機能性材料の創製、微細加工技術、計測技術、制御技術を基本とし、マイクロ・ナノマシン技術のみならず、小型軽量化の強い要請のある宇宙マイクロ・ナノ技術、および小型高機能化の要求の強い生体医療マイクロ・ナノシステム技術を含み、より集積化、高度化、知能化した新しい機械システムを作り出すことを目指しています。そして、新たな技術開発のための広範囲の問題を総合的に取り扱う新しいマイクロ・ナノシステム工学を体系化するとともに、学際的素養を身に付けた指導的技術者、想像力豊かな研究者を養成することを目的としています。

本専攻はマイクロ・ナノシステムを総合的に扱うわが国初の工学研究科の専攻であり、名古屋大学大学院工学研究科機械理工学専攻、航空宇宙工学専攻との連携も大きな特色です。学際的、先進的な分野ですので、広く理工系学部、学科の出身者の応募を期待しています。

## 流動型大学院システム

名古屋大学工学部においては、今後の産業の高度化、国際化の一層の進展に指導的に対応しうる人材を養成すること、また産業界での技術的指導層の人材のリフレッシュ教育を大学院を中心に推進すること、さらに多様な社会的・文化的な教育背景をもつ留学生に対応し得る国際的なスタンダードの下で教育システムを充実させることを目的として、「流動型大学院システム」を導入しつつあります。平成6年度から機械系の学科において導入が開始されました。

このシステムは以下のように構成されています。

- (1) 学部講座をすべての大学院の講座に移行し、かつ伝統的な学問分野の発展と強化・充実を図る「領域専攻群」
- (2) 領域・学問体系を横断した新しい学際領域の研究を促進する「複合専攻群」
- (3) 「領域専攻群」を強化し、かつ、両専攻群間の有機的連携協力を図る「併担グループ」（「領域専攻群」に設置し、「複合専攻群」の教員が担当）

「領域専攻群」で、既存の学問分野の発展と強化・充実を図り、また「複合専攻群」で、学問分野を横断した新しい学際的な分野の発展を促進しつつ、さらに「領域専攻群」に新たに「併担講座」を設置し、これを「複合専攻群」の教員が担当して、「領域専攻群」の強化を図るとともに、相互の有機的な連携・協力を組織的、継続的に促進しうる柔軟な組織とすることにより、両専攻群の各学問研究分野を一層充実し活性化することを目指しています。

流動型大学院システムでは、伝統的な学問分野を継承・発展させつつ、それに支えられた産業等の諸分野に常に新風を吹き込む人材を安定的に供給するとともに、こうした伝統的な学問分野に基礎を置きつつそれらを複合的に発展させる分野や将来において社会のニーズが極めて高くなる萌芽的分野を開拓しうる技術者・研究者を養成することを目指しています。さらに、「併担グループ」を通じて「領域専攻群」の各専攻の内容を充実・強化するとともに、両専攻群間における教員および学生の流動性を促進して研究科全体を活性化し、多様かつ柔軟な研究・教育システムを積極的に体系化することによって、高度の専門性と同時に総合力を有する人材育成を強力に推進することが可能となります。

# バイオ・ロボティクス講座 マイクロ・ナノ制御工学グループ

**概要と特色** 次世代機械システムに必要とされるマイクロ・ナノメートルレベルのデバイス技術や高度な制御技術を基盤とし、バイオ・医療・福祉分野への応用を目指したメカトロニクスに関する教育・研究を行っています。例えば、マイクロ・ナノ領域の動作解析、設計、加工、計測、制御など各基盤技術を用い、新しいマイクロ・ナノマニピュレーションシステムやマイクロ・ナノロボットの実現にチャレンジしております。また、人の意思を瞬時に推定し適切な支援を行う支援制御や、究極の移動ロボットを目指したマルチロコモーションロボットの知能制御、分散共有知覚を行うマルチロボットの協調制御などを駆使し、実問題の解決を見据えた次世代機械システムの研究・開発を行っています。本グループでは、マイクロ・ナノデバイス技術から世界最先端のロボットまで幅広く実践的で新分野を開拓する知識・スキルを修得することができます。

## 研究の内容

### (1) バイオロボットシステム

身体の運動機能を補完・拡張する装着型機器において、脳と身体が双方し情報交換するバイオフィードバックを制御・補完するインターフェース技術や身体親和性向上技術について研究しています。また、生物の様に一台のロボットが二足・四足・梯子登り、枝渡り動作といった多様な歩容形態を環境に応じて選択するマルチロコモーションロボットの知能化に取り組んでいます。

### (2) マルチロボット協調における分散共有知覚

自律的に環境認識する機能を有したマルチロボットの協調制御システムに関して、通信、制御、分散協調制御について研究しています。また、複数ロボットの群れとしての行動計画、動的環境下での適応と学習、自己組織化といった群知能に関して研究しています。

### (3) マイクロ・ナノマニピュレーション、マイクロ・ナノロボット

マイクロ・ナノシステムの基礎、応用について研究し、産業、医療、バイオなどとの融合による新規分野を開拓しています。例えば、線虫へのナノインジェクションシステム、カーボンナノ材料を用いた機能性ナノデバイスの構築、バイオ流体チップを用いた細胞のマイクロ・ナノアセンブリによる3次元組織構築などについて取り組んでいます。

## 将来の展望

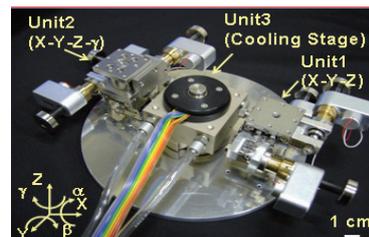
次世代機械システムを新たに研究・開発するためには、新材料、微細加工、組み立て、センサ、アクチュエータ、エネルギー供給、制御、自己組織化、通信などの各要素技術のレベルアップに加え、バイオ・医療・福祉などの他分野との融合によるシステム統合化が必要です。このため、学際的な知識と新たな発想を大切に、マイクロ・ナノと制御工学の視点から新しいシステムを創造・実現し、応用することを目指します。



上肢運動支援・学習支援システム



マルチロボットの分散共有知覚



環境制御型電子顕微鏡内でのナノマニピュレーションシステム

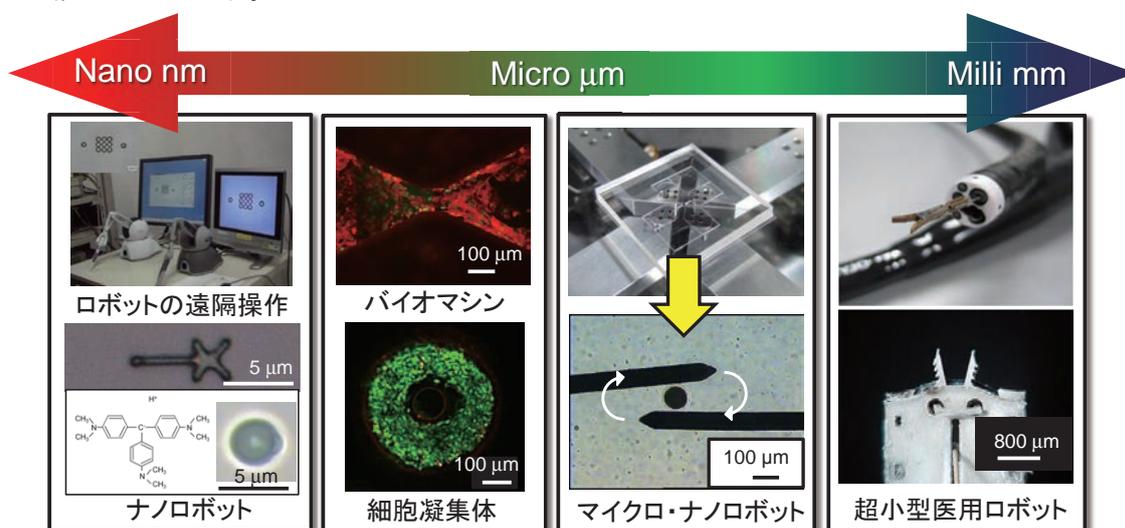
# バイオ・ロボティクス講座 生体医用マイクロ工学グループ

**概要と特色** 本講座では、MEMS・ナノテクノロジーを基盤としたバイオ・医療に貢献するロボティクス・メカトロニクスに関する研究を推進しています。マイクロ・ナノ領域の物理化学現象を理解し、バイオミメティックな視点を取り入れたバイオニックデザインに基づいて、高度集積化・知能システムを実現することを目的としています。下図に示すようなミリ・マイクロ・ナノロボットシステムの学術研究で社会に貢献することを目指しています。

## 研究の内容

- (1) ミリ・マイクロ・ナノロボットシステム  
高速ビジョンを利用した超高速・超精密マイクロロボット
- (2) 微細加工、集積化技術による革新的システム  
マイクロ・ナノをつなぐ三次元メゾスコピック微細加工
- (3) マイクロ・ナノロボティクスが拓く生命現象の解明  
細胞から核を除くマイクロ・サージャリーロボット  
カプセル型マイクロナノロボットによる細胞内計測
- (4) ロボティクス・メカトロニクスで先進医療へ貢献  
昆虫を模倣した医療用外骨格型マイクロロボット
- (5) バイオニックロボットの創製と制御  
バイオマシン：細胞と機械のミクロ融合技術  
MEMS 技術を利用した細胞・組織 4 次元培養システム

**将来の展望** 我々はトップダウン、ボトムアップ融合アプローチによる微細加工技術を用いてナノスケールにフォーカスしたメゾスコピック・システム創製の学理を確立することを目指しています。ナノ領域とマイクロ領域のギャップを埋める「True Nano」領域において、システム創製におけるブレイクスルー技術を社会に提供したいとおもいます。また、センサ・アクチュエータ制御による新たな機能創出を目指しています。高性能センサ・アクチュエータを集積化した統合制御により、デバイス単体では出せないクラスの新たな機能創出を目指しています。マイクロ・ナノシステム工学を基盤として異分野・学際領域のフロンティアの開拓に挑戦していく意欲ある方を歓迎いたします。



## 集積機械デバイス講座 マイクロ・ナノ計測工学グループ

**概要と特色** マイクロロボット、マイクロマシニング、情報機器、バイオ操作などにおいて、マイクロ・ナノスペースでの微細操作・微細制御・微細加工を対象とする新技術が興隆しつつあります。当研究室では、このようなマイクロ・ナノ領域における物理現象・物体運動・物質性状を解明することにより、画期的な微小機械を実現することを目的として、(a)先端的計測法の新規考案、(b)計測装置・システムの独自開発、(c)計測情報およびコンピュータシミュレーションに基づく分子スケールの物理現象解明、(d)計測情報および計測システムを利用した微小機械設計ならびにナノバイオ解析への応用などに関する研究を行います。当研究室は、機械理工学専攻電子機械工学分野のメカトロニクス設計講座知的センシンググループを併担しており、相互の情報交換や人的交流により研究の幅を広げるチャンスに恵まれています。

### 研究の内容

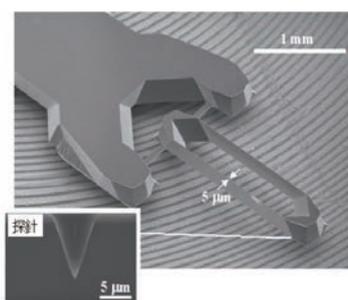
1. ナノマシンの実現をめざして：分子スケールのナノ機械工学の開拓
2. ナノバイオチップ：マイクロ・ナノ構造によるバイオ分子・DNA分子の運動制御
3. 分子シミュレーションによるバイオチップ、ナノマシンの設計
4. マイクロマシン技術を応用したマイクロメカニカルデバイスの研究
5. 超精密計測技術によるマイクロ・ナノマシンの動作特性の解明
6. マイクロ・ナノマシンの安定動作のためのナノ潤滑技術の研究
7. ヒトの触覚機能の解明：ヒューマノイド・ロボットの人工触覚の研究
8. 触覚のバーチャル・リアリティ：リハビリテーションおよび遠隔操作への応用
9. 遺伝的アルゴリズムを用いた集合ロボットの自律協調作業

### 将来の展望

1. ナノメカトロニクスは、情報技術、バイオ技術、環境エネルギー技術において、革新的な変革をもたらすものと期待されています。そして、ナノメートルの現象を解明して、それを有効に活用するためには、微細領域の計測技術が不可欠であり、マイクロ・ナノ計測は、主要な技術として重要性が高まっています。

2. 高精度化、マイクロ化は技術の進む本質的な方向の一つであり、産業界のニーズに適合して最先端の分野で活躍することができます。また、計測技術は基盤技術であり、様々な最先端分野を牽引する技術となっています。このため、計測技術を習得すれば、最先端分野をリードする技術者となることが期待できます。

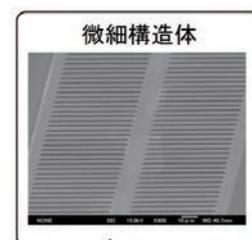
3. 五感のうち触覚に関する研究は、他の視覚などの研究に比べて進んでいません。ロボットに触覚を付与できれば、画期的な知能ロボットの実現がもたらせます。



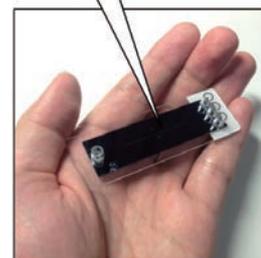
微細領域の計測・物体操作を実現するマイクロマシンプローブ



人工触覚を備えたロボットフィンガー



微細構造体



高速・高精度なDNA分析を可能とするナノバイオチップ

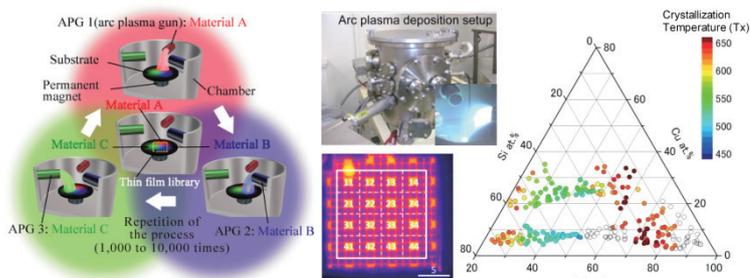
# 集積機械デバイス講座 マイクロ・ナノプロセス工学グループ

**概要と特色** 微細加工技術と、マイクロ・ナノ材料に基づく微細な機械システム（マイクロ・ナノシステム）の研究と教育を行っています。従来のフォトリソグラフィ、エッチング、薄膜形成などの微細加工技術を発展させ、新たに機械的な構造体の加工に展開し、さらにシリコンやアモルファス合金などの新しいマイクロ・ナノ材料の特性把握やその材料を用いて、マイクロ・ナノシステムの実現を図っています。これと並行して、マイクロ・ナノシステムに適した材料の創成や、微細加工、機械システムの微細化で発現する新現象を追求し、「マイクロ・ナノプロセス工学」を確立することを目指しています。このような研究活動を通じて、MEMS (Micro-Electro-Mechanical Systems)分野での新産業を創出するとともに、従来の機械工学の体系でカバーできない学際的な研究領域を開拓します。国内外の研究機関と協力して進める基礎的研究、企業と協力して進める開発的研究など、基礎から応用、材料から加工、システム化に至る幅広い局面に研究活動を展開することにより、教育面では、工学者、指導的エンジニアとしてたくましく自立できる人材の育成を図っています。

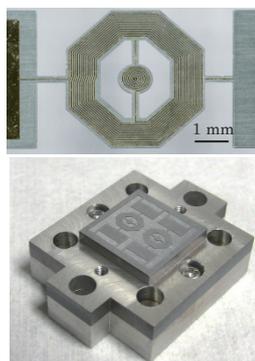
## 研究の内容

- (1) 微細な3次元構造体を形成する加工技術（例：薄膜金属ガラスの三次元微細成形技術、シリコンの結晶異方性エッチング）
- (2) 薄膜材料のハイスループット評価、各種薄膜材料の機械的性質の解明
- (3) マイクロアクチュエータに関する研究（例：静電、電磁、磁気力アクチュエータ）
- (4) マイクロセンサに関する研究（例：マイクロ熱型センサ、環境センサ、医用マイクロセンサ）
- (5) 上記加工技術、材料、システム技術を適用したマイクロ・ナノメータシステムの研究と産業応用
- (6) MEMS材料のコンビナトリアル探索、機械的特性、加工特性に関する材料データベースの確立

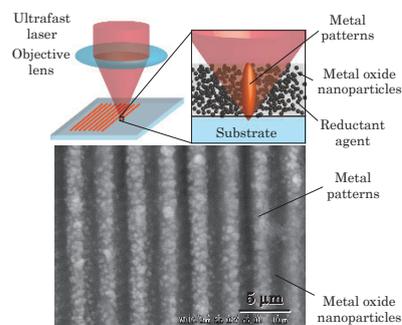
**将来の展望** 従来の機械の概念を変えるようなマイクロ・ナノシステムは、情報機器、産業機器、医療、科学研究など多くの分野で応用が始まっています。しかし、マイクロ・ナノ領域の工学の飛躍的発展には、微細加工技術、材料技術、システム化技術、計測評価技術などの基盤研究が応用分野を横断して進歩しなければなりません。本グループでは、とりわけ、その基本となる微細加工技術を中核にすえてマイクロ・ナノシステムを研究対象としています。これらの研究を通じて機械、電気、材料、物理、化学にまたがる学際領域に新しい研究分野を形成・確立することを目指します。



コンビナトリアル技術によるマイクロ・ナノ材料探索



金型を利用したリフトオフプロセスによる厚膜 MEMS



超短パルスレーザー誘起酸化ナノ粒子直接還元を用いた金属微細パターンニング

# マイクロ・ナノ機械科学講座 マイクロ熱流体工学グループ

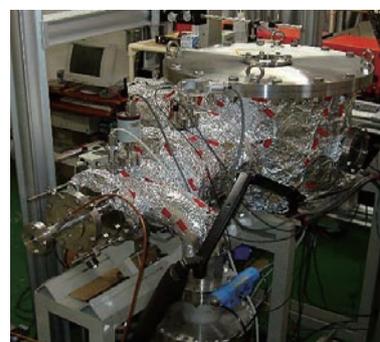
## 概要と特色

流れの希薄度を表す重要な無次元パラメータとしてクヌッセン数 ( $Kn$ : Knudsen number) があり、分子が衝突から次の衝突までに移動する平均的な距離である平均自由行程 $\lambda$ と流れ場の代表長さ $L$ を用いて  $Kn = \lambda/L$  で定義されます。一般に  $Kn$  が 0.01 を超えると流れは連続体として近似できず、原子・分子の流れとして扱わなくてはなりません。航空宇宙分野や高真空を利用する半導体薄膜製造過程などの平均自由行程が大きい場ではもちろんのこと、大気圧下でも代表長さが数十 nm 程度になる NEMS/MEMS (Nano/Micro Electro Mechanical Systems) に代表されるナノ・マイクロデバイス周囲・内部の流れも高クヌッセン数流れとなります。高クヌッセン数流れにおいては、平均自由行程が相対的に大きいため分子間衝突数が極端に減少して流れの中で方向間や運動モード間における強い非平衡現象が発現し、代表長さが相対的に小さいことにより分子は他の分子よりも固体表面と数多く衝突して流れ場が固体表面の影響を強く受けることになります。本研究グループでは、このような高クヌッセン数流れを総合的に理解するために、流れ場の原子・分子オーダーでの解明と固体表面近傍における原子・分子の挙動の解明を目的とした教育と研究を行っています。

## 研究内容

### (1) 高クヌッセン数流れで発現する強い非平衡現象の解明

分子の内部状態を測定可能かつ高感度な共鳴多光子イオン化 (REMPI) 法を用い、速度のそろった分子線における回転エネルギー分布の計測を行っています。そして、運動モード間の温度非平衡現象や回転エネルギー分布が平衡分布から逸脱する強い非平衡現象を解明するとともに、平衡状態から非平衡状態への遷移過程を明らかにします。



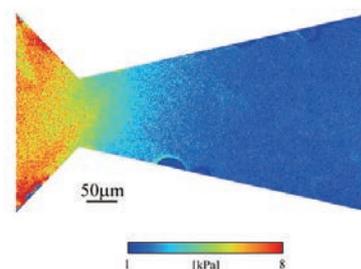
超高真空実験装置

### (2) 気体分子と固体表面の干渉の解明

超高真空チャンバー中で膨張させた超音速自由噴流の中心軸部分から速度のそろった分子線を抽出し、これを固体表面に入射させて散乱した気体分子を検出することにより、気体分子-固体分子間相互作用に対する精緻データを取得しています。また、気体分子と固体表面の間のエネルギーや運動量の授受の効率を表す適応係数の取得実験も実施し、気体分子と固体表面の干渉を総合的に解明します。

### (3) 感圧・感温塗料による高クヌッセン数流れの解明

圧力・温度分布を容易に測定できる感圧・感温塗料 (PSP・TSP) を低密度気体流れに対しても利用できるように開発しています。また、これまで膜厚や発光分子の凝集のために非常に困難と考えられてきたマイクロ・ナノ気体流れに適用するために、単分子膜を利用した高秩序な感圧分子膜 (PSMF) を開発し、壁面分布から高クヌッセン数流れを解明します。



マイクロコニカルノズル内圧力分布

## 将来の展望

半導体薄膜製造や NEMS/MEMS などのナノ・マイクロデバイスに関連した高クヌッセン数流れを総合的に理解するためには、流れ場の原子・分子オーダーでの理解と固体表面近傍における原子・分子の挙動を理解する必要があります。ナノ・マイクロ領域では、マクロ領域では問題ならない特異な物理現象が発現するため、これらの理解の積み重ねがナノテクノロジーの将来を決める今後の大きな課題であると言えます。高クヌッセン数流れに関連した高精度な実験手法の開発と精緻な実験データの取得がナノテクノロジーの進展に大きく寄与するものと考えられます。

# マイクロ・ナノ機械科学講座 航空宇宙マイクロ工学グループ

## 概要と特色

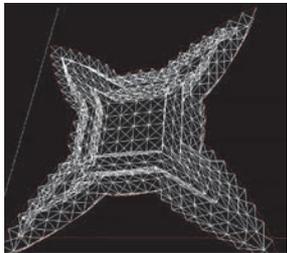
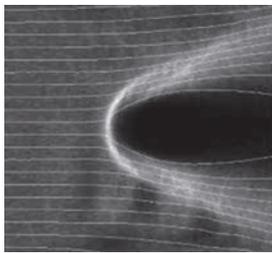
【超小型衛星でもここまではできる】から【超小型衛星だからこそこできる】へ、超小型宇宙システムにおいて小型からの視点によるユニークな能力の獲得と利用拡大を目指す。

超小型衛星の特徴を生かすには通常サイズの衛星による従来手法をただ小型化するだけではなく、小型になるほど影響が大きくなる①現象を見出し②応用する事による、超小型ならではのユニークな能力の獲得が必要になると考えています。本グループでは宇宙機が小型になるほど宇宙環境の影響を大きく受ける傾向にある事に注目し、この宇宙環境を宇宙システムの制御に応用して少ないリソースで高機能な超小型衛星バスシステムの構築を目指します。さらに、これら超小型衛星ならではの技術を駆使した宇宙利用に関する研究を進めます。

## 研究の内容

超小型宇宙システムの要素技術検討からその応用まで扱う。特に超小型宇宙機での影響が大きな環境磁場や宇宙プラズマの効果を用いた姿勢軌道制御を中心に研究を進める。

超小型宇宙機が大きな影響を受ける宇宙環境(特に磁場と宇宙プラズマ)に注目して、超小型宇宙機の a. 能力と b. 利用の拡大を目指します。特に超小型宇宙機の姿勢軌道制御能力の獲得・改善による宇宙利用拡大を狙います。その他、宇宙システムの研究を実施します(C&DH、熱構造、通信、宇宙システム設計、宇宙利用など)。また、検討のみに終わるのではなく実際に宇宙システムの設計と開発を実施し、提案手法についての宇宙実証にも挑戦したいと考えています。

1. 電磁気応用	2. 宇宙プラズマ応用	3. 超小型衛星システム
		
図1 電磁力による宇宙膜展開構造物の制御	図2 宇宙プラズマを用いた軌道制御	図3 超小型宇宙機的设计例
<ul style="list-style-type: none"><li>・超小型深宇宙探査機における惑星間磁場を用いた姿勢制御</li><li>・形状磁気異方性による姿勢外乱トルクのモデル化と応用</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>・宇宙プラズマ抗力のフォーメーションフライトへの応用</li><li>・宇宙プラズマ抗力を用いた超小型宇宙機のデオービット</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>・STT 画像を用いた高精度姿勢レート推定と制御</li><li>・低高度小型衛星における空力トルクを用いた姿勢安定化</li></ul>

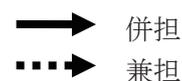
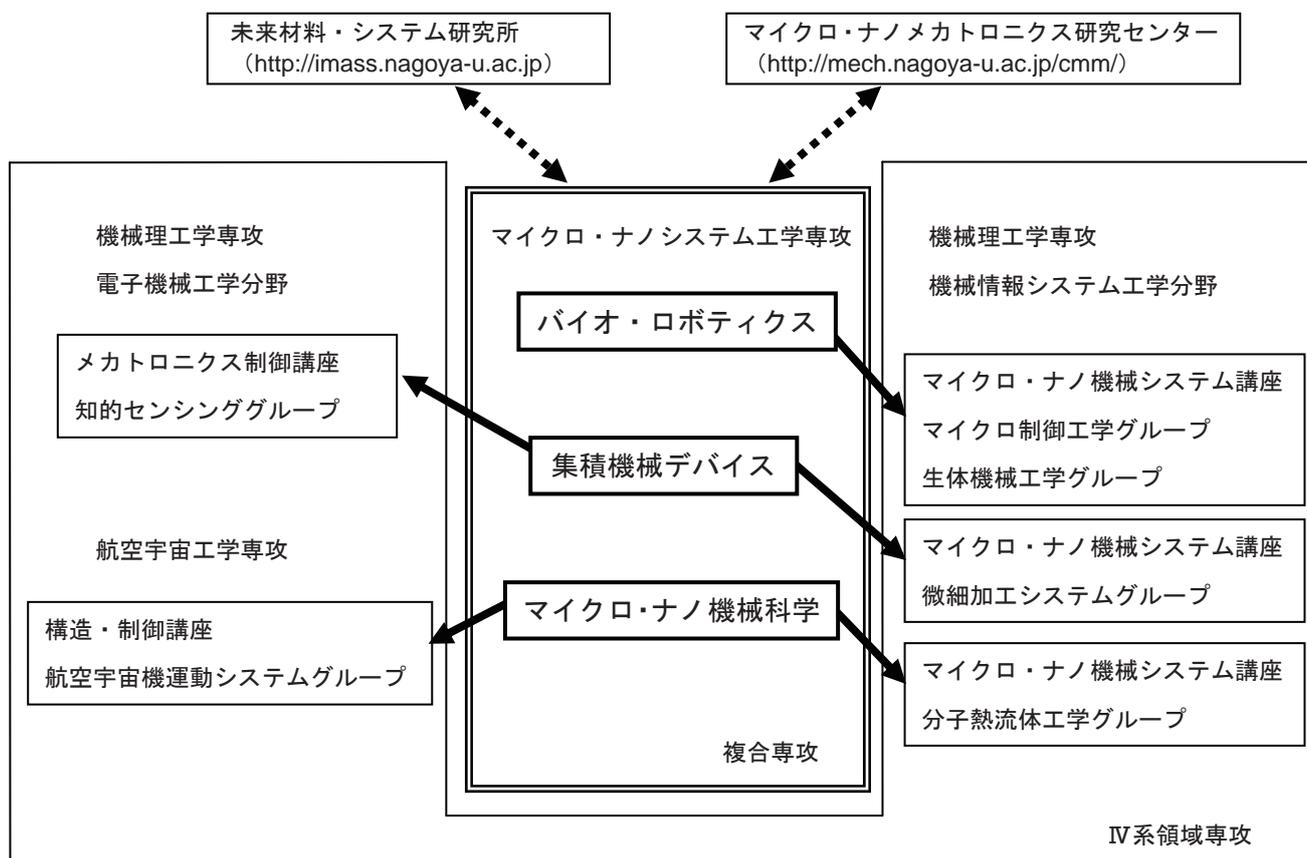
## 将来の展望

超小型衛星、それは一つのジュース缶から始まりました。机の上にたまたまジュース缶があったから、これを人工衛星にしてみたら面白いのではないかとアイデアがきっかけです。勿論しっかりと考え抜いて実験・検討を進める事も大切な事ですが、「何となく、これ試してみたら面白いかな」から意外な事が分かったり新しい事が始まったりする事も多いものです。これまで宇宙システムは敷居が高くふとしたアイデアを試す事が難しい事も多くありました。マイクロ・ナノ宇宙システムではもう少し気軽な宇宙を目指す事ができます。最初に自分達のオリジナルなアイデアを宇宙に上げて試してみる事ができる環境を目指しましょう。そこから目指すべき方向が見えてくるはずです。

# カリキュラム

本専攻は、バイオ・ロボティクス、集積機械デバイス、マイクロ・ナノ機械科学の3講座からなり、さらにそれらの講座はそれぞれ2つのグループから構成されます。各グループの教員は下図に示すような協力関係にあるIV系領域専攻の各講座を併担しています。また、学内のマイクロ・ナノメカトロニクス研究センター、未来材料・システム研究所と兼担している教員もいます。図からわかるように、当専攻は他の多くの領域専攻と協力関係をもっていることになります。

大学院の学生には一般に、自分の属する専攻の授業科目（主専攻科目）と関連する他専攻の授業科目（副専攻科目）とをそれぞれ規定の単位数以上履修することが要求されます。当専攻の学生の主専攻科目とは、すなわち、当専攻の3講座の教員が担当する講義・セミナー・演習・実験の各科目です。また、副専攻科目とは、本専攻以外の工学研究科専攻で開講されている授業科目のうち、指導教員並びに専攻主任が認めた科目です。



マイクロ・ナノシステム工学専攻の講座，グループ  
および他の専攻（分野），研究科，研究機構との連携

マイクロ・ナノシステム工学専攻 博士課程前期課程 科目一覧

科目区分	授業形態	授業科目	単位数	
主専攻科目	基礎科目	マイクロ・ナノ機械システム工学特論	2	
		マイクロ・ナノ理工学特論	2	
		統計熱力学特論	2	
	主分野科目	セミナー	マイクロ・ナノシステム制御工学セミナー1A, 1B, 1C, 1D	各2
			マイクロ・ナノ計測工学セミナー1A, 1B, 1C, 1D	各2
			マイクロ熱流体工学セミナー1A, 1B, 1C, 1D	各2
			航空宇宙マイクロ工学セミナー1A, 1B, 1C, 1D	各2
			バイオマイクロメカトロニクスセミナー1A, 1B, 1C, 1D	各2
			マイクロ・ナノプロセス工学セミナー1A, 1B, 1C, 1D	各2
		講義	知能制御システム工学特論	2
			マイクロ・ナノ計測工学特論	2
			マイクロ熱流体工学特論	2
			バイオマイクロメカトロニクス特論	2
			生体機能工学特論	2
			マイクロマシニング特論	2
			マイクロ・ナノプロセス工学特論	2
		マイクロ・ナノシステム工学特別講義 1, 2, 3, 4, 5, 6	各1	
	実験・演習	マイクロ・ナノシステム制御工学特別実験および演習 A, B	各1	
		マイクロ・ナノ計測工学特別実験および演習 A, B	各1	
		マイクロ熱流体工学特別実験および演習 A, B	各1	
航空宇宙マイクロ工学特別実験および演習 A, B		各1		
バイオマイクロメカトロニクス特別実験および演習 A, B		各1		
マイクロ・ナノプロセス工学特別実験および演習 A, B	各1			
副専攻科目	セミナー, 講義, 実験・演習	当該専攻以外の工学研究科専攻で開講されている授業科目のうち, 指導教員並びに専攻主任が認めた科目		
総合工学科目 (*印はリーディング大学院科目)	高度総合工学創造実験		3	
	研究インターンシップ 1		2~8	
	最先端理工学特論		1	
	最先端理工学実験		1	
	コミュニケーション学		1	
	先端自動車工学特論		3	
	科学技術英語特論		1	
	ベンチャービジネス特論 I, II		各2	
	学外実習 A, B		各1	
	医工連携セミナー		2	
	宇宙研究開発概論* (フロンティア宇宙開拓リーダー養成プログラム)		2	
	実世界データ解析学特論* (実世界データ循環学リーダー人材養成プログラム)		1~3	
	実世界データ循環システム特論 I*(実世界データ循環学リーダー人材養成プログラム)		2	
	国際プロジェクト研究		2~4	
国際協働教育特別講義		1		
国際協働教育外国語演習		1		
他研究科等科目		本学大学院の他の研究科で開講される授業科目, 単位互換協定による他の大学院の授業科目又は工学研究科入学時において当該学生が未履修の学問分野に関する本学学部の授業科目のうち, 指導教員及び専攻長が認めた科目		
研究指導				

- 以下の1~5の各項を満たし, 合計30単位以上
- 1. 主専攻科目は基礎科目2単位以上, 主分野科目の中からセミナー及び講義6単位, 実験・演習2単位を含む14単位以上
- 2. 副専攻科目の中から4単位以上
- 3. 総合工学科目は4単位までを修了要件単位として認め, 4単位を超えた分は随意科目の単位として扱う
- 4. 他研究科等科目のうち, 学部科目は2単位までを修了要件単位として認め, 2単位を超える学部科目は随意科目として扱う
- 5. マイクロ・ナノシステム工学特別講義は取得順に3単位までを修了要件単位として認め, 3単位を超えた分は随意科目の単位として扱う
- ・研究指導については, 専攻において定めるところにより, 指導教員の指示によること

## 大学院修了者の活動分野

マイクロ・ナノシステム工学専攻は、平成6年度に設置されたマイクロシステム工学専攻をその前身とする新しい大学院の専攻です。参考として本専攻およびこの分野に関連する大学院工学研究科の博士課程前期（修士）課程・後期（博士）課程を修了した大学院生の主な進路を以下に示します。マイクロ・ナノシステム工学は科学・技術の先端を行く分野ですから、この専攻修了後は皆さんの活躍が期待されています。

### 電子・電機、通信、情報機器

イビデン、沖電気工業、オムロン、キヤノン、三洋電機、シャープ、住友電気工業、セイコー・エプソン、ソニー、デンソー、東芝、日本IBM、日本電気、日本電信電話、日立製作所、富士通、ブラザー工業、ボッシュ、パナソニック、三菱スペースソフトウェア、三菱電機、電子計算センター

### 自動車、輸送機器、プラント

アイシン・エイ・ダブリュ、アイシン精機、IHI、川崎重工業、スズキ、大豊工業、千代田化工建設、東海理化電機製作所、東洋エンジニアリング、トヨタコミュニケーションシステム、トヨタ自動車、トヨタ車体、豊田中央研究所、日揮、日産自動車、日本車輛製造、本田技研工業、マツダ、三菱自動車工業、三菱重工業、富士重工業、ヤマハ発動機

### 機械、精密機器

荏原製作所、オークマ、オリンパス、クボタ、コマツ、ジェイテクト、住友重機械工業、テルモ、豊田自動織機、日本精工、ユニカミノルタ、ヤマハ、ニコン、ファナック、浜松ホトニクス、ヤンマー、安川電機、リコー、ニプロ

### 材料

INAX、王子製紙、JFEスチール、神戸製鋼所、新日本製鐵、住友金属工業、住友軽金属、大同特殊鋼、大日本印刷、東レ、ブリジストン、日本ガイシ、日本特殊陶業、日立金属

### 運輸、エネルギー

関西電力、中部電力、東京電力、四国電力、東邦ガス、全日本空輸、日本航空、JR西日本、JR東日本、新明和工業

### 研究・教育機関・官公庁

大学教員（愛知工業大学、大阪工業大学、岐阜大学、京都大学、静岡大学、東京大学、筑波大学、富山県立大学、中部大学、東北大学、名古屋大学、名古屋工業大学、三重大学、名城大学等）、高等学校教員、宇宙航空研究開発機構、国土交通省、経済産業省、産業技術総合研究所、特許庁、愛知県、名古屋市、名古屋税関

### その他

クリニカル・サプライ、シスコシステムズ、住友商事、三菱商事、電通、野村総合研究所、日本総合研究所、丸紅、リクルート

## 工学研究科マイクロ・ナノシステム工学専攻の担当教員

講座名	研究グループ	担当教員	E-mail : ~.nagoya-u.ac.jp 電話 : 052-789-~ FAX : 052-789-~	
バイオ・ロボティクス	マイクロ・ナノ制御工学 www.mein.nagoya-u.ac.jp	 教授 長谷川泰久 hasegawa@mein. 5797 5877	 准教授 関山浩介 sekiyama@mein. 3116 3115	
	生体医用マイクロ工学 www.biorobotics.mech. nagoya-u.ac.jp/	 教授 新井史人 arai@mech. 5025 5027	 准教授 丸山央峰 hisataka@mech. 5026 5027	 准教授 田中智久 tanaka_t@mech. 5656 5027
集積機械デバイス	マイクロ・ナノ計測工学 ayame.fukuzawa.nuem. nagoya-u.ac.jp	 教授 福澤健二 fukuzawa@nuem. 2747 3129	 准教授 伊藤伸太郎 s_itoh@nuem. 3130 3130	
	マイクロ・ナノプロセス工学 mnp.mech.nagoya-u.ac.jp/jp	 教授 秦 誠一 hata@mech. 5223 5032	 准教授 櫻井淳平 jsakurai@mech. 5289 5032	
マイクロ・ナノ機械科学	マイクロ熱流体工学 mech.nagoya-u.ac.jp/mtfe/	 教授 新美智秀 niimi@mech. 2791 3124	 准教授 山口浩樹 hiroki@mech. 2702 3124	 准教授 松田 佑 y.matsuda@mech. 2701 3124
	航空宇宙マイクロ工学	 講師 稲守孝哉		

