



日本大学理工学部

精密機械工学科

AI  Dept. of
Precision
Machinery
Engineering
ROBOT

研究紹介

AI&ロボットを テーマに新たな 未来社会を創造する

現在、世界的にロボット、人工知能、IoT、宇宙などのキーワードに対する研究開発が行われています。

従来の機械工学だけでは実現できなかった宇宙エレベーターやマイクロロボット、レスキューロボットなどの知的機械システムに関する最先端の研究プロジェクトがスタートしています。

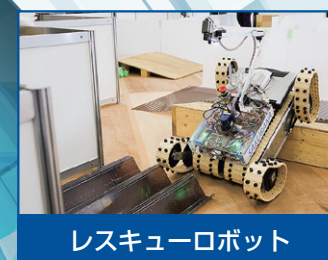
通常、最先端の研究プロジェクトは、卒業研究や大学院進学後に参加しますが、精密機械工学科では入学直後から活躍できるしくみがあります。



宇宙エレベーター



マイクロロボット



レスキューロボット



脳波を用いた動作制御

未来博士工房 (ロボット工房)

学生の自主的なものづくり活動を支援する(体験型学習)

未来博士工房は、文部科学省に「優れた教育改革への取り組み」とであると認められた活動であり、精密機械工学科には、学生自らが行うものづくりプロジェクトを支援する「ロボット工房」があります。そこでは、宇宙エレベーター、マイクロロボット、二足歩行ロボット、人工知能、相撲ロボットなどをはじめ数多くの製作活動が行われ、国内外の競技会に参加し優秀な成績を収めています。

この活動を通じて、学生は授業や実習で学んだ知識を実践することができます。

マイクロ機能 デバイス 研究センター

最先端の研究プロジェクトを支援する

マイクロ機能デバイス研究センターでは、マイクロマシンなどの超微細な機械システム、また、高機能な半導体素子、回路などの電子システムの研究開発を行っています。同様の施設・装置を備えている大学は国内ではめずらしく、施設では空気中のチリを極限まで抑えたクラス1000(一部クラス100)のクリーンルームが稼働し、その中にはシリコンウエハーに超微細加工を施す装置類が導入されています。超小型の高機能デバイスシステムを構築し、知能を持つ世界最小のマイクロロボットなど、夢のデバイス現実を目指してマイクロ機械/知能エレクトロニクス集積化技術の研究開発を行っています。



力学系

物体に働く力と動きの関係を解析して、自動車構造の健全性監視や、安全で軽量な自動車のシャーシ構造などの研究を行っています。

p. 03

機械系

機械を構成するための部品やそれらの加工方法、マイクロロボットを動かすためのエネルギー源としての燃料電池、マイクロメカニズムなどについての研究を行っています。

p. 04

電気・電子・マイクロマシン系

半導体の製造技術を使ったマイクロロボットの研究や、センサ、アクチュエータなどの素子についての研究を行っています。

p. 06

制御・ロボティクス系

ロボットを適切に動かすために、ロボット自身が置かれた状況を判断し、各部分の動きを「制御（コントロール）」するための研究を行っています。また「人間工学」の領域では、人にやさしい機械の追求と、人間の感覚を工学へ応用する研究を行っています。

p. 07

知的構造設計研究室



准教授
田畑 昭久

主な授業科目

- 機械設計製図
- 工作実習実験
- 工業数学

AI を応用した新しい機械構造創出の研究

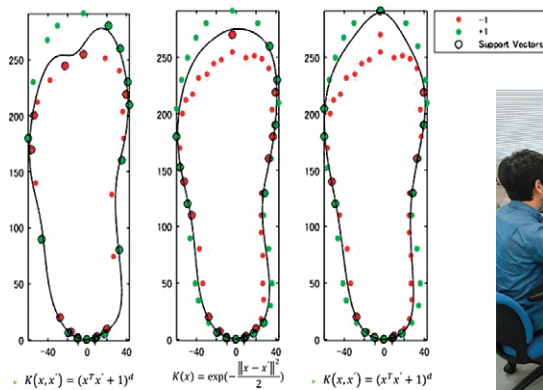
AI の一種であるサポートベクターマシンを用いて、高度にカスタマイズされた高付加価値製品の、迅速な設計を支援するシステムの研究をしています。サポートベクターマシンは統計学に基づく学習理論から成り立っており、個体差のようなばらつきや誤りをも含

むサンプルデータから、正しい学習を行いやすい特長があります。

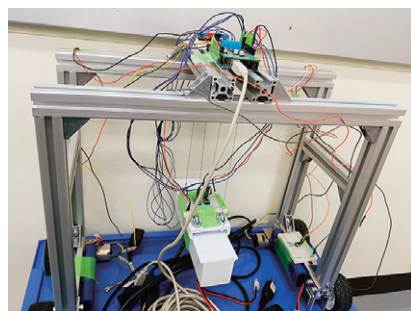
そこで、サポートベクターマシンのアルゴリズムを応用して、いくつかのサンプルをコンピュータに学習させ、個体差にかかわる少数のパラメータを入力するだけで、迅速かつ

適切にカスタマイズされた新形状の創出・寸法導出を自動的に行う方法を探索しています。

また、機械はその形状・構造により、同じ外力が加わっても挙動が異なります。より適切な動きを実現するための形状・構造を自動的に導出し、運用中の実機に反映させるシステムの研究もしています。



▲ サポートベクターマシンを応用した形状創出シミュレーション



▲ 運搬車両の構造と挙動のシミュレーター

マイクロ機構研究室



教授
今井 郷充

主な授業科目

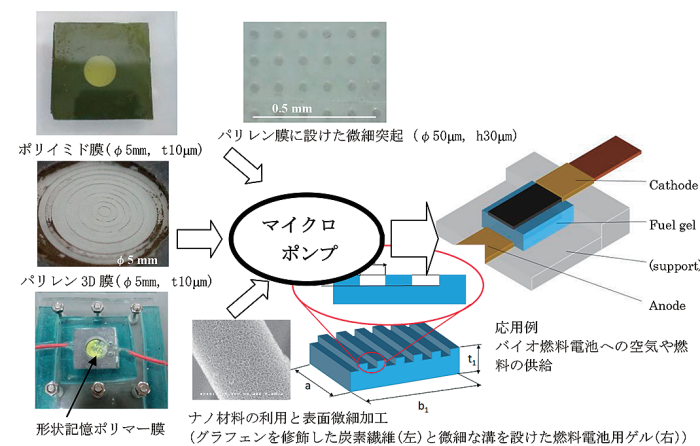
- 材料力学
- 工業力学
- 機械実験

MEMS を用いたマイクロアクチュエータおよびマイクロシステムの研究

MEMS (Micro Electro Mechanical Systems) を用いた機構の研究をしています。アクチュエータとしては梁や膜（ダイアフラム）などの構造がよく使われます。製作例を図1（左）に示します。研究の特徴は機能性材料やナノテク材料の活用です。強度はあまり必要ないため、機能性材料を構造材料として用いています。主な材料は、機械的特性に優れた高分子材料（ポリイミド）、3D加工ができる高分子材料（ポリレン）、導電性を持った高分子材料（PEDOT/PSS）、磁性材料（磁性流体、磁歪材料）、形状記憶ポリマーなどです。これに関して MEMS 技術と高精度な3D プリントとを融合させた加工法も検討しています。また生物が表面にもつ微細な形状を MEMS 技術で作成し、それによる優れた機能を活用するバイオミメティクスの適用も研究しています。一例として図1（中央）に微小な液滴を搬送する方法として

のハスの葉の表面構造（ロータス効果）を取り入れたダイアフラムおよびナノテク材料としてのグラフェン修飾炭素繊維を示します。これらの要素技術は医療・バイオなどの分野への応用が可能で、バイオ燃料電池に空気や

燃料液体を供給する例を図1（右）に示します。またこれらを体内で投薬を行うドラッグデリバリー用ポンプなどに応用することも検討しています。



◀ 図1
MEMS 要素技術とマイクロ流体搬送デバイスへの応用。左の膜（ダイアフラム）は液体搬送用、中央上の微細突起は液体を移動させやすくするための表面構造、中央下は表面積を増やすための電極や燃料ゲルの表面構造。右は応用例としてのバイオ燃料電池

マイクロエネルギー研究室



教授
田中 勝之

主な授業科目

- 熱力学
- 工業熱力学
- 機械設計製図

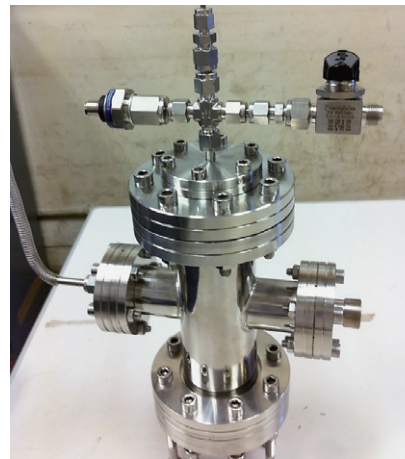
マイクロマシンに生命を吹き込む研究

マイクロマシンのエネルギー源には電池やバッテリーが使用されていますが、エネルギーの消費に伴って交換や充電が必要であり、マイクロマシンを止めてしまうことになりま

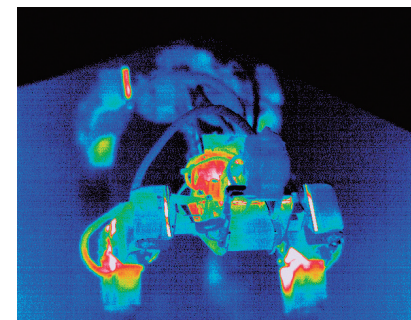
す。マイクロマシンを連続的に稼働させるには、マイクロマシンに発電機を搭載し、自らエネルギーを創る必要があります。

本研究室では、熱電発電機、スターリング発電機、ランキンサイクル発電機、燃料電池をマイクロマシンの発電機として候補に挙げ、研究をしています。

熱電発電機は、半導体を用いて温度差を電気に変換することができ、マイクロマシン内のモーター等からの排熱を電気エネルギーとして回収し、モーターの動力として再利用することができます。スターリング発電機も同様に温度差による気体の膨張・収縮作用を利用して発電することができます。ランキンサイクル発電は、火力発電と同じ原理ですが、作動流体に水でなく、低沸点のフッ素化合物を用いることで、マイクロマシンからの排熱によって作動流体を沸騰させ、タービンで膨張する際にエネルギーを取り出すことができ



▲ ランキンサイクル用作動流体の熱特性測定装置



▲ ロボットの排熱による温度分布

ます。燃料電池は電池と書いていますが、水素などの燃料の化学反応から電気を取り出し、燃料を供給し続けることで連続的に電気エネルギーが得られる発電機です。アルコールやビタミンCなどの水溶液を燃料とした高いエネルギー密度である燃料電池の研究により、燃料電池を小型化することで、マイクロマシンへの搭載を可能とします。

材料工学研究室



教授

渡邊 満洋

主な授業科目

- 機械加工学
- 工作実習実験
- 機械実験

材料界面の組織制御により 健全なマルチマテリアル構造を創製する研究

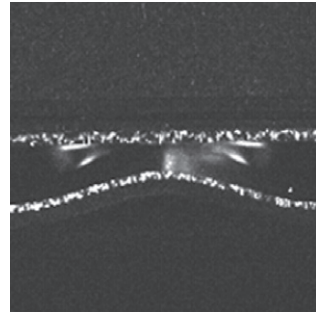
溶接・接合プロセスは、構造物を構築する上で必要不可欠な工程です。それは多くの場合、さまざまな形状をした構造物を構築する際、一度のプロセスで最終形状を作製することは困難であり、いくつかの部品を個々に作製してそれらを溶接・接合して最終製品にするためです。さらに近年では、さまざまな分野において製品の軽量化、微細化、高機能化、高信頼性化などが求められ、この課題を解決するためには特徴的な性質を有するさまざまな材料を組み合わせる必要があり、それらを強固に接合した異種金属または異種材料接合材の創製が必要になります。

本研究室では、さまざまな性質を持つ材料を先端接合技術を用いて接合し、マイクロ・ナノメートルレベルの観察・解析を用いた接合界面組織の解明ならびに機械的性質（強度など）の測定を通じて、界面組織と機械的性質の関係を明らかにすることを目的に研究を



高速傾斜衝突により形成された
波状接合界面

高速度ビデオカメラで撮影した
衝撃圧着過程



を行っています。とくに、機械加工技術を用いることによって形成される特徴的な材料組織の形成機構の解明により、組織制御を用いた健全な異種金属ならびに異種材料界面設計を試みています。

機能設計工学研究室



准教授

中村 嘉恵

主な授業科目

- 精密機械工学リテラシ
- 工業力学
- 精密機械工学総合演習

身近な物に新しい機能を与える研究

この研究室では、物体に対して表面処理を施すことによって、身近な物質に新しい機能を与えることをコンセプトに研究を行っています。

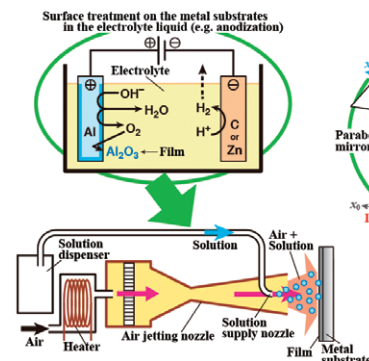
例えば、アルミニウム合金や鉄鋼に代表される金属材料は、アルマイトやめっき処理

等のように、表面をコーティングすることによって審美性（見た目の美しさ）や保護性を良くしています。これらの技術は、一般的に、金属を専用の溶液に浸して、金属と溶液の化学反応を利用することで行われます（図1上）。これに対して、金属と反応させる溶液を、霧

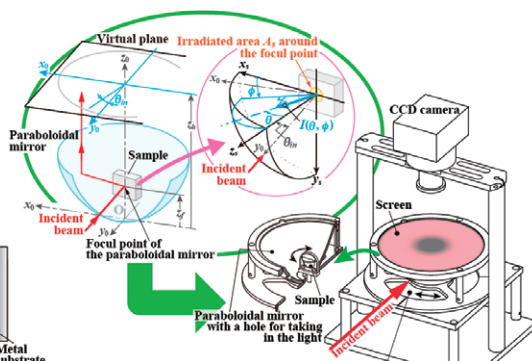
のような粒状にするとどうでしょうか。溶液と、金属の接する面積が増加しますね。すると、化学反応は、金属を液体に浸すよりも効率よく行われます。この結果、これまでの方法では作られてこなかったコーティング成分を、少ない工程で作れるかもしれません（図1下）。

また、物体に対する表面処理は、コーティング以外にも、あえて、物体表面にキズを付ける方法もあります。表面にキズ、と言っても、もし、それが規則正しく並んでいれば、芸術的ではありませんか？

表面処理に求める役割は、審美性・保護性だけでなく、熱制御（熱の伝わり方をコントロールする）や光性質制御（光の反射のしかたをコントロールする）も期待できます。ここでは、新しい処理方法の開発のほか、処理後の物体を評価する専用装置の設計開発も行っています（図2）。



▲ 図1 溶液中で行われる金属表面処理（上）と新しい金属表面処理技術の構想（下）



▲ 図2 物体表面の光性質評価装置

マイクロデザイン研究室



教授

内木場 文男



助教

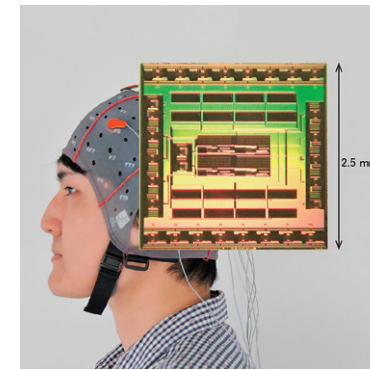
金子 美泉

主な授業科目

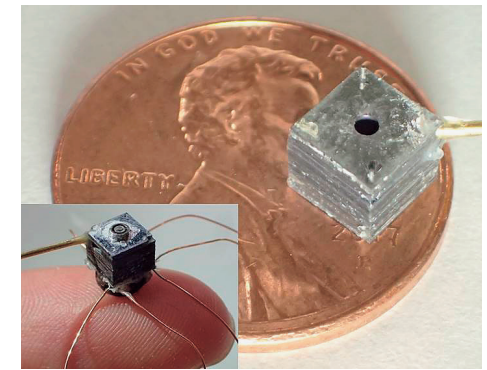
- マイクロマシンニング
- 材料学
- 機械要素

小型化技術を活かした 歩行型昆虫ロボットの研究

マイクロデザイン研究室では昆虫サイズのロボット「マイクロロボット」の研究開発を行っています。6本脚をもつミリメートルサイズのロボットは微細加工技術により部品を作製し、組み立てることで形成します。制御においては生物のように自ら考え行動するロボットの開発を目標に、生物の脳の働きを模倣した制御システム「人工脳」の研究をしています。開発したマイクロロボットは人工脳IC回路を載せて、昆虫のような安定した歩行動作を実現しました。また、これらの小型化を支える要素技術として電源やアクチュエータの小型化の研究も同時に行っています。とくに、セラミック材料を磁気回路として用いた「高機能 MEMS デバイス」の一つである電磁誘導式発電機は5mm程度の大きさでミリワットレベルの出力を実現しています。これはマイクロロボットの電源搭載化を実現するだけでなく、電子機器の小型化に大



▲ 生物を模倣した人工脳のIC化



▲ 開発した超小型発電機

きく貢献します。昆虫型の他にヒューマノイドロボットも生物のリズム運動を模倣した制御による歩行動作の研究や愛玩用動物型ロボットの作製を行っており、工業分野だけでなく人と共存できるロボット社会の実現も可能となります。

ニューロロボティクス研究室



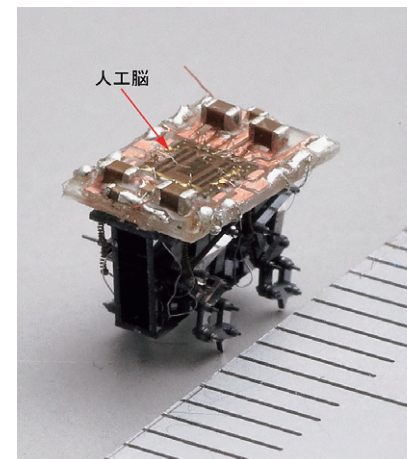
教授

齊藤 健

主な授業科目

- 電磁気学
- アナログ回路
- 人工知能

生物に学んでロボットに命を宿す研究

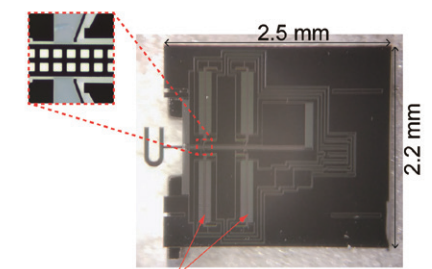


▲ 人工脳を搭載した世界最小の4足歩行ロボット

ロボット技術は世界中で研究されていますが、未だに生物を超える性能のロボットの実現には至っていません。とくに生物の重要な器官である脳は、ほ乳類に比べて単純な昆虫

でさえも、どのように五感を基に体を制御しているか不明です。また、生物がエサからエネルギーを得る方法や、筋肉によりエネルギーを運動に変換する仕組みも実現が難しいため、別の手段での代替が必要です。ニューロロボティクス研究室では、微小な電子回路および微小な機械を作製する技術を組み合わせ、ミリメートルサイズの人工生物を実現する研究を進めています。具体的には、生物の脳を構成するニューロンに学び、電気的な信号を生成する電子回路を作製し、コンピュータプログラムが不要な「人工脳」を研究しています。現在までに「人工脳」をロボットに搭載し、馬のような4足歩行、蟻のような6足歩行を実現しました。また、静電気力を応用した微細なモータを、ロボットの動力源に利用する研究も進めています。さらに、ミリメートルサイズの太陽電池をロボットのエネルギー源として搭載する研究も始めました。

微小な電気要素および機械要素を組み合わせることで、世界最小の人工昆虫の実現を目指しています。脳を創る研究に加え、人間の脳波を測定して医療や介護の分野に応用する研究も行っています。生物の脳が持つ無限大の可能性を工学的に応用することで、さまざまな分野に寄与できる研究を実施しています。



▲ 開発中の静電気力を応用した微細なモータ

回路設計技術と生体応用研究室

准教授
小林 伸彰

主な授業科目

- 電気回路
- デジタル回路
- 半導体工学

● 低電力回路設計技術と生体電子機器応用に関する研究

少子高齢化が進む現代社会において、介護が必要な寝たきりの高齢者や障害を抱えている人々をいかにして少ない若い世代で支えるか、が大きな社会的な課題です。この課題を解決するには、人手不足を補うためのさまざまな科学技術、機械・電気・情報・物理・材料・生命といった工学的な知識に加え、医療・福祉といった複数の学問領域の知見を横断的に駆使することが不可欠です。これらはアシスティブ・テクノロジー（支援技術）と呼ばれており、回路設計技術と生体応用研究

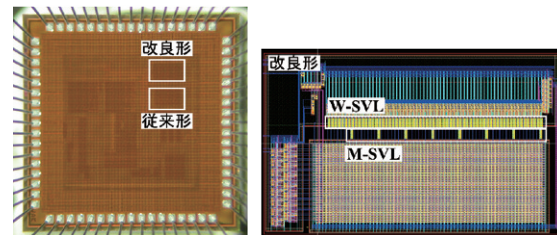
室ではこの研究を進めています。

例えば、要介護者の生活支援においては、脳波等の脳活動を計測して、コンピュータ上でその情報を解析し、その人が意図していることを読み取り、その読み取った情報を使って電動車椅子や家電機器、介護ロボット等を動かすシステムの開発を行っています。このシステムはBCI（ブレイン・コンピュータ・インターフェース）やBMI（ブレイン・マシン・インターフェース）と呼ばれています。この技術の実現により、近い将来、手足を使

うことができない方々でも生体情報を使って情報機器を操作することが可能になります。これらのシステムを実現するための一手を担うのは、今日ではありとあらゆる情報機器に搭載されるLSI技術です。環境に優しい低電力LSI設計技術やこれらに応用した生体電子機器等のシステム開発を通して、高齢者や障害者が安心して毎日の生活を送ることができると期待しています。



小型で軽量の脳波解析装置



改良形
従来形

改良形
W-SVL
M-SVL

低リーク電流を実現するアシスト回路を搭載したSRAMメモリ回路（レイアウト図およびチップ写真）

知的行動創発ロボット研究室

教授
羽多野 正俊

主な授業科目

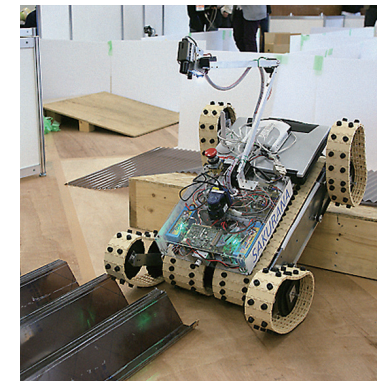
- 機械設計製図
- 制御システム
- ロボット工学

● 災害救助レスキューロボットの研究

ロボットを一般社会に投入し社会実装するためには、あらかじめプログラミングされた動作だけでなく、複雑で未知の状況に対応するような行動を自ら発する機能がロボットには要求されます。

本研究室では、具体例として、被災して状況が未知な環境内でも自ら環境認識をして状況判断したり、カセンサとカメラを用いて対象物の特性を把握し自ら瓦礫の撤去方法を考えたりする、レスキューロボットの研究を行っています。これにより、近年多発する自然災害（主に地震）の現場において、レスキュー隊員と共に働くロボットの実現を目指しています。

また、低侵襲手術である内視鏡手術には、執刀医・カメラ助手医・術野確保医の3名の医師が必要ですが、外科医の減少や医師の働き方改革のために従来の高度医療が維持できなくなったり、大都市と医療過疎地の医療格



探索型レスキューロボット



手術助手ロボットシステム

差が問題となってきています。この問題に対して、執刀医と協働する2台の助手ロボットの研究開発を行っており、これにより1名の医師と2台のロボットで高度先進医療を提供

する、ロボットシステムの実現を目指しています。

知能化ロボット研究室

教授
入江 寿弘

主な授業科目

- コンピュータ工学
- メカトロニクス
- コンピュータシミュレーション

● 自律移動ロボットの研究

現在のロボットは生産現場から解放され、より身近な場所で利用されるようになってきました。このようにロボットと人が共存する社会においては、誰でも安全に使えるロボットが必要になります。そこで私たちはロボットが自律して移動しながら生活を支援するための研究を行っています。

ロボットが生活空間で作業するには段差や階段があっても移動する必要があります。そのための移動機構として展開車輪を考案し実用化を目指しています。（写真1）

また、障害物を判断し移動するための環境認識や移動経路生成に人工知能的な手法を用いて制御を行う研究や動作やモーションキャプチャして遠隔地の人とコミュニケーションを取れるロボット（写真2）の実現に向けて研究にも取り組んでいます。

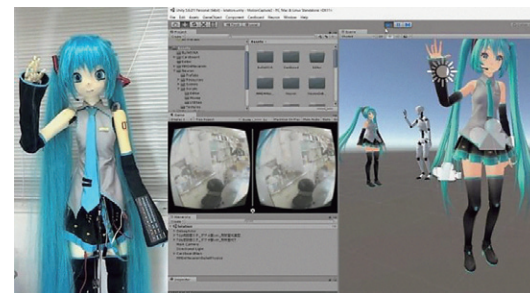
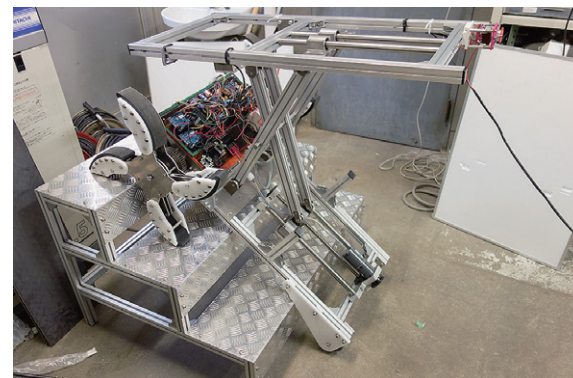


写真1 展開車輪ロボットの階段昇降

写真2
モーションキャプチャによる遠隔地のロボットの制御

人間工学研究室

教授
松田 礼

主な授業科目

- 人間工学
- 測定値計算法
- 機械計測

助教
栗飯原 萌

● 人間の感覚を定量化する研究

可能な限りすべての人が利用できるように配慮して製品を設計することをユニバーサルデザインといい、ユニバーサルデザインに基づく製品には多くの人間の特性が組み込まれ



車両振動を対象とした振動感覚に及ぼす音の影響に関する研究

ています。人間の特性を製品に組み込むためには、触り心地が良い、使い勝手が良い等の人間の感覚、感性和物理的な量との関係を調べる、言い換えれば人間の感覚を数値で記述する（定量化する）必要があります。このように、人間の特性を調べ、これを応用して人間にとって快適な製品やシステムを構築することを目的とした学問を人間工学といいます。

人間工学研究室では、主に音・振動環境を対象として、人間の感覚を定量化し、工学的に応用できるような計測方法や評価方法を確立する研究を行っています。関連する学問分野は、音響工学、振動工学、感性工学、生理・心理学等です。具体的な研究テーマは、自動車や電車の乗り心地を評価するために、音と振動を同時に受ける環境での人体影響を調べる研究、人間の可聴周波数以下の音波を含む低周波騒音が人体に及ぼす影響の解明と評価方法の確立を目指す研究、自動車運転時にお



車両接近報知音の認知性と快適性に関する研究

ける疲労の計測方法と安全運転モニタリングシステムの開発、歩行者が気づきやすく、かつ不快に感じない車両接近報知音（ハイブリッド車・電気自動車に搭載される歩行者に車両の接近を知らせる音）の開発を行っています。

システム制御研究室

准教授
井上 健

主な授業科目
● 制御工学
● デジタル制御
● 電気電子実験

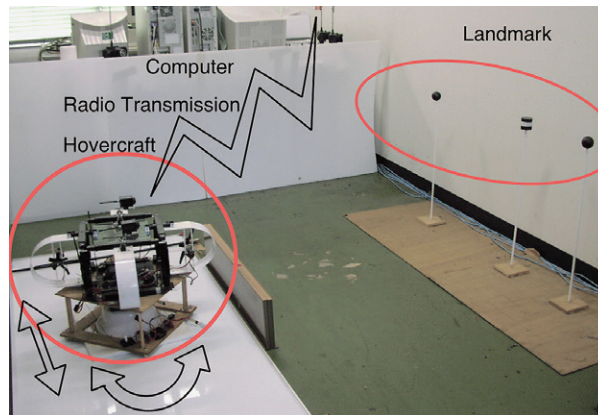
● さまざまなシステムの制御方法の研究

システム制御理論（制御系設計方法）とその応用を研究しています。さまざまな要素を有機的に接続構成されたものがシステムです。ロボットもその代表例です。制御は、そのシステムの動きをデザインする科学とい

えます。

応用として、全身型パワー増幅ロボットの開発を進めています。これは、重作業支援用として高出力なロボットアームを人間の四肢の動きに追従させることで、人間の力が数百

倍に増幅されたかのような感覚で、重作業を行うことができるロボットです。平常時には重作業に使用し、災害発生時には人命救助・復旧作業などに適用する社会的意義の大きいものです。



▲ホバークラフト型全方向移動体



▲全身型パワー増幅ロボット（パワーローダー）

制御工学研究室

教授
吉田 洋明

主な授業科目
● 流体力学
● 流体工学
● システム工学

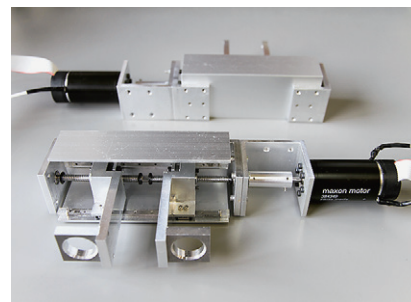
● 新しいシステムを実現するための研究

制御工学は時間と共に変化するシステムを取り扱う学問です。そして、特定のシステムを対象とするのではなく、さまざまなシステムを広く一般的に取り扱うことができます。

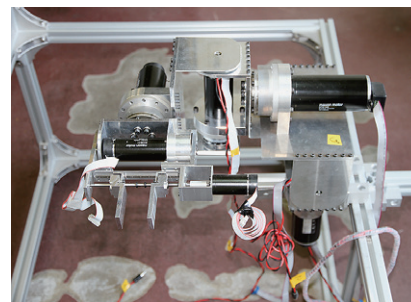
まだ実現されていない、複雑で新しいシステムを作るためには、システムの物理的な設計だけでなくその制御方法も同時に考えなければなりません。

例えば、力制御に関する研究では、遠隔地にあるロボットマニピュレータの力をオペレータへ正確に伝え、あたかも実際に対象を操作しているかのような環境（仮想現実）を作る技術の研究を行っています。この時、ロボットアームとオペレータの操作部の構造と同時にその制御方法も設計するのです。

また、閉鎖生態系の研究では、宇宙ステーションのような、閉鎖された空間で人間が長



▲バイラテラル・マスタ・スレーブハンド



▲6自由度ロボットマニピュレータ

期間滞在するために、地球のように食料の生産と空気や水といったすべての物質の循環を実現しようとしています。そのためには、まずシステムが安定になる条件を求め、そしてこれを実現するための装置や物質循環の制御

方法を考えなければなりません。

このように、制御工学はさまざまな新しいシステムを実現するための学問です。

学部4年

卒業論文に向けて



前期
(4月～9月)



研究室への配属は学部4年の4月です。研究室に配属されたら、まずは研究のやり方を覚えること。GWごろには大体の流れを理解しましょう。

後期
(10月～12月)



夏休みが終わると卒業研究が本格化。この期間の頑張りや努力が、論文の出来具合に直結します。

理工学部
学術講演会



学部生も日ごろの研究成果を発表できる場が「理工学部学術講演会」です。毎年12月ごろに行われます。

後期
(1月～2月)



卒業論文の提出と発表会は2月。ラスト2カ月は論文執筆とスライド作成の追い込みです。

M1（博士前期課程1年）

研究の発展・充実



前期
(4月～9月)



学部と大学院で研究テーマが異なる学生は、背景や研究の進め方に関して指導教員と十分に議論します。学部と同じ研究に取り組む学生は、さらに深い内容について研究するとともに、学会発表を目指します。

後期
(10月～3月)



前期で「修了に必要な単位数取得」「インターンシップ参加」等を終わらせておけば、後期以降は研究に専念できます。

学会発表
(国内)



学会に参加すると、他大学の先生や学生たちと議論し、より活発な研究活動が行えます。また大勢の前で発表することにより自信もつきます。学会発表の準備をする過程で、見やすいスライドの作り方や自分なりの説明方法なども身につく、プレゼンテーション能力が上達します。

後期
(2月)



M1中間発表。ポスター発表形式で研究成果の中間発表を行います。

M2（博士前期課程2年）

修士論文に向けて



前期
(4月～9月)



就職活動が本格化するので、就活と研究の両立を目指しましょう。

学会発表
(国際会議)



国内の学会での日本語による発表に慣れたら、次は英語による発表に挑戦します。

後期
(10月～12月)



研究の追い込みです。

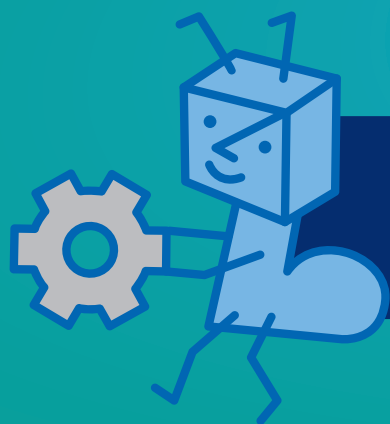
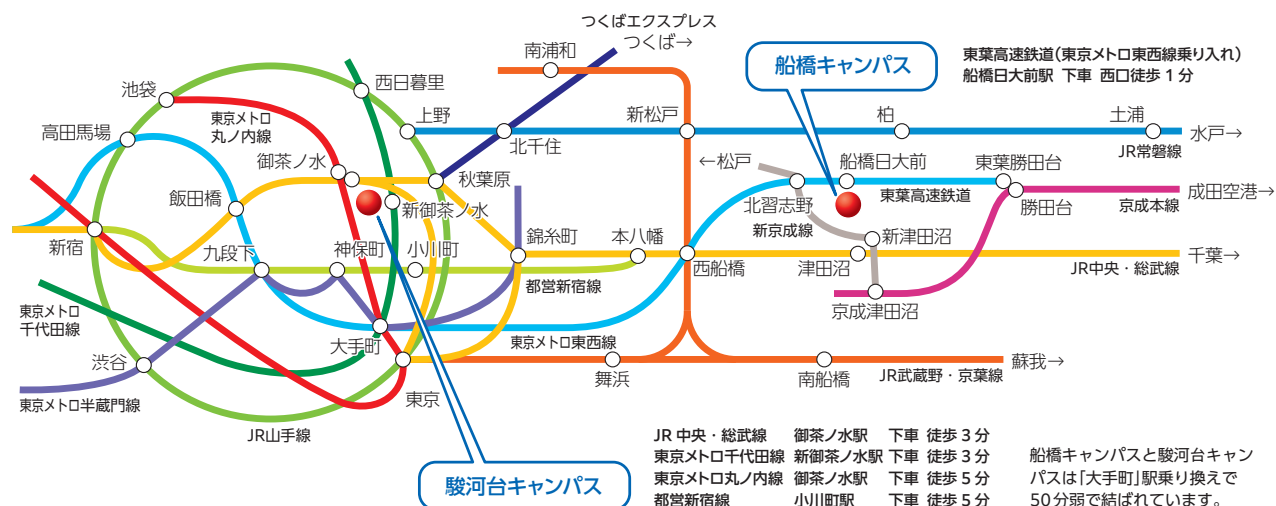
後期
(1月～2月)



修士論文の提出と審査会は2月。年末年始は論文作成の追い込みと審査会に向けてスライド作成と発表準備も行います。

D1～D3（博士後期課程）

研究のより深みへ



精密機械工学科の マスコットキャラクター「アントン君」

みなさんこんにちは。

精密機械工学科のマスコットキャラクター、アントン・アーリー・メムス (Anton Early MEMS) です。アントン君とかMEMS君とか呼ばれています。これからもがんばります。みなさん応援してくださいね。



日本大学理工学部
精密機械工学科

〒274-8501
千葉県船橋市習志野台7-24-1
tel. 047-469-5238 fax. 047-469-9504
E-mail cst.pme.info@nihon-u.ac.jp