

機 械 系

<http://www.mech.e.titech.ac.jp/index.html>

I はじめに

機械系は、機械工学を中心とする幅広い分野を対象として、学術研究に取り組んでいます。皆さんの中には、機械工学とはどのようなものか既に知っている人もそうでない人もいるでしょう。この資料では、機械系の学術研究が社会にどのように貢献するのかというイメージを紹介することを通じて、機械工学についての理解を深め、かつ興味・関心を高めてもらうことを主眼とし、併せて機械系のカリキュラムや卒業後の進路などの説明をします。

II 機械工学とは

“機械”といえば、時計、ロボット、自動車、鉄道車両、飛行機、ロケット、人工衛星など様々な“もの”が思い浮かぶでしょうが、“もの”の名前ではなく一般的な表現をすれば、「人間生活に役立つ人工物であって、力、運動、エネルギーを利用して特定の目的にかなう機能を発揮できるように構成要素を組み合わせた集合体」といえるでしょう。そして、「機械をつくる活動を通じて人類が蓄積してきた知識や技術を体系化し、役に立つ新しい機械を創造するための学問」が機械工学です。このように役に立つ新しい“もの”を作り上げるためには、数学、物理学、化学などの基礎科学のみならず、材料、電気電子、情報、経営などの工学の諸分野の知識を上手に活用してまとめ上げる体系的な知識や技術、すなわち**機械工学が必要とされます**。

さて、日本における機械工学は、明治時代から今日まで産業の中心として社会を支えてきました。その間、材料工学、化学工学、電気電子工学、情報工学、経営工学などの工学の諸分野もそれぞれ発展してきました。これに対してごく最近では、AI（人工知能）、IoT、ビッグデータ、サイバー空間（仮想空間）などの言葉に代表される情報工学分野が特に脚光を浴びています。このような時代そして将来において、機械工学分野の重要性は低下していくかといえばそうではありません。よりよい“超スマート社会”を構築しようとする場合（Society 5.0）、サイバー空間だけを発展させればよいわけではなく、フィジカル空間（現実空間）も発展させ、さらにサイバー空間とフィジカル空間を高度に融合させたシステムを作った上で、実際に“もの”を作り上げることが必要です。このとき、**フィジカル空間を発展させ、これをサイバー空間と融合させて、役に立つ新しい“もの”を作り上げるには、機械工学が重要な役割を果たします**。



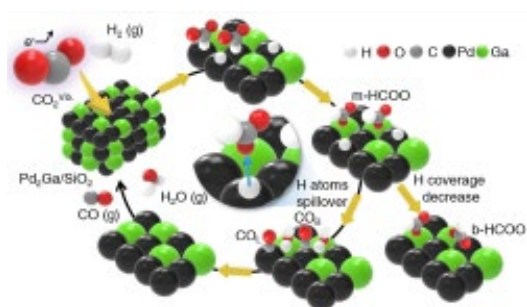
経済発展と社会的課題の解決を両立する Society 5.0
内閣府 WEB サイト (https://www8.cao.go.jp/cstp/society5_0/) より

III 機械系の学術研究と社会貢献

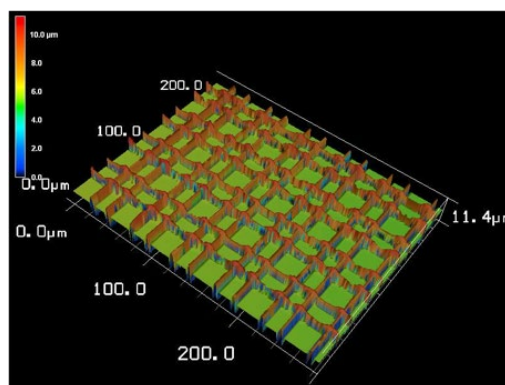
機械系は本学の中でも最も規模の大きい系の一つであって、多種多様な学術研究に取り組んでおり、さらにどの研究室・教員でも複数の研究テーマに取り組んでいます。ですから機械系の研究分野を単純に分類することは容易ではありませんが、現在は敢えて5つの研究グループに分類しています。以下では、これら5つの研究グループのそれぞれについて、取り組んでいる研究の一端を紹介するとともに、それらの学術研究が社会にどのように貢献するのかというイメージを紹介します。

1. 広領域ナノシステムグループ ～ナノテクを広領域に展開～

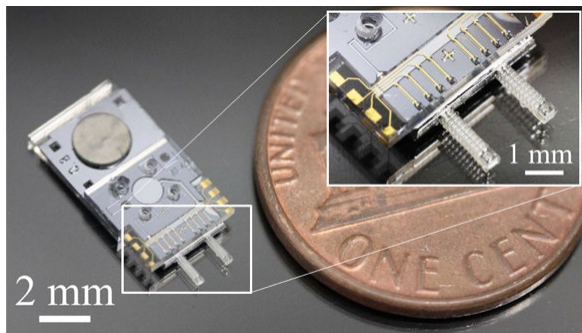
ナノスケール（髪の毛の太さの1/100以下）などのマイクロな空間・時間領域は、私たちの日常の常識とは大きく異なる現象が支配する、謎と可能性に満ちたまさに工学のフロンティアです。広領域ナノシステムGの教員はこのフロンティアを切り開くことでイノベーションを興し、SDGsの解決を通じた未来創造の研究に取り組んでいます。広領域ナノシステムGの研究対象はエネルギー、環境、物質・材料、医療・ヘルスケア、MEMS、サイバネティクス、グラフィカルコミュニケーション、モビリティなど、あらゆるアプリケーションをカバーすると言っても過言ではありません。先端的なものづくり(リアル)とデータサイエンス・AI・メタバース(バーチャル)を統合して驚きに満ちた創造を目指すところも本グループの特徴です。一緒に、小さく始めて大きな変革を成し遂げましょう。



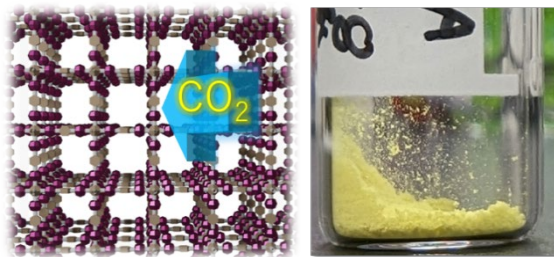
CO₂を有効利用する新しい触媒技術



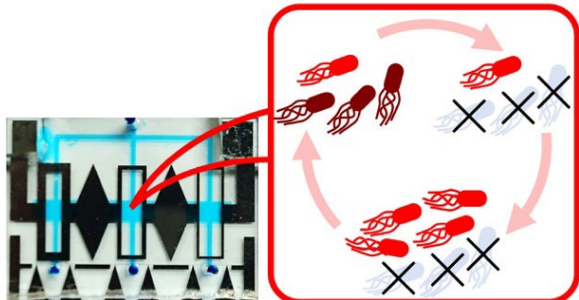
超微細加工による単一細胞播種用ケージ構造



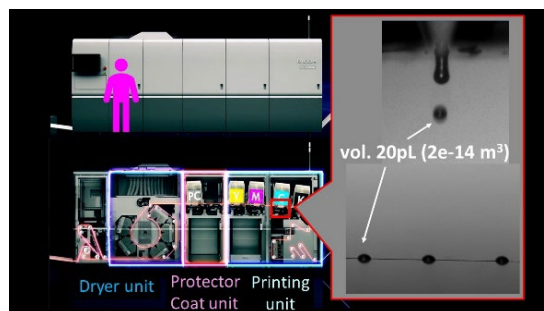
細胞操作ソフトマイクログリッパ



CO₂を高効率に分離・回収するナノ多孔体材料



新薬創出のための細胞進化マイクロチップ



pL(ピコリットル)インクジェット液滴の解析と制御

2. 人間中心デザイングループ ～快適と喜びをデザインする～

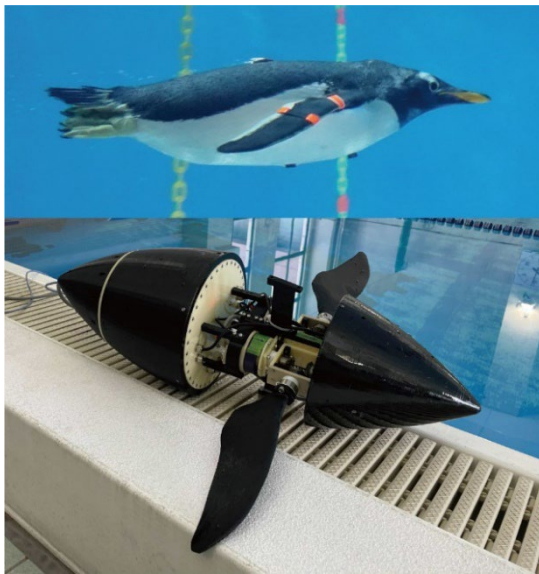
人を深く理解し、人と調和する機械システムの創出を通して快適と喜びをデザインすることを目的としています。これによって、機械工学を基盤として、将来ありたい未来を創造していきます。具体的には、ロボット、AI、データサイエンス、インターフェース、医療・福祉、脳科学などの幅広い分野を研究しています。



ドローンに代わる空間移動ロボット



人に優しい直感的な操作用インターフェース



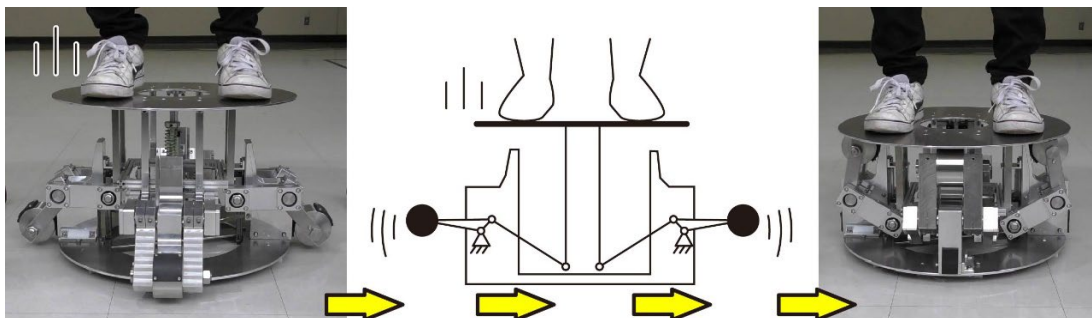
ロボットを作り、生物を理解



協調型パワードスーツ



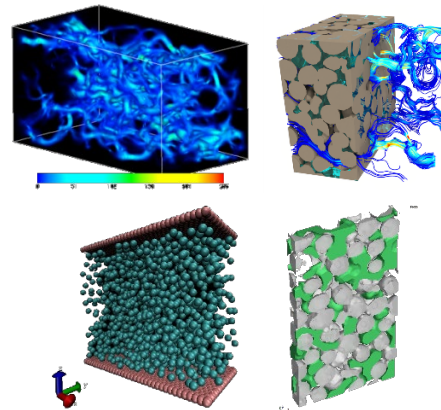
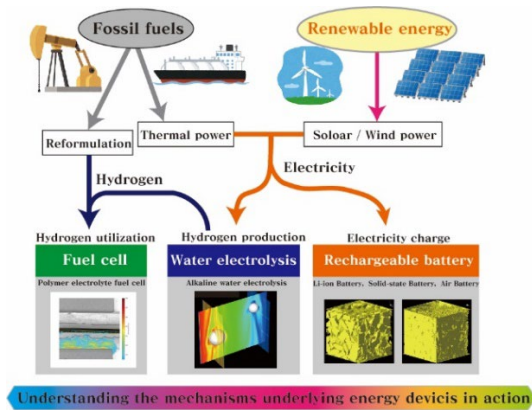
子供の危険を予測した生活空間デザイン



着地の衝撃吸収機構

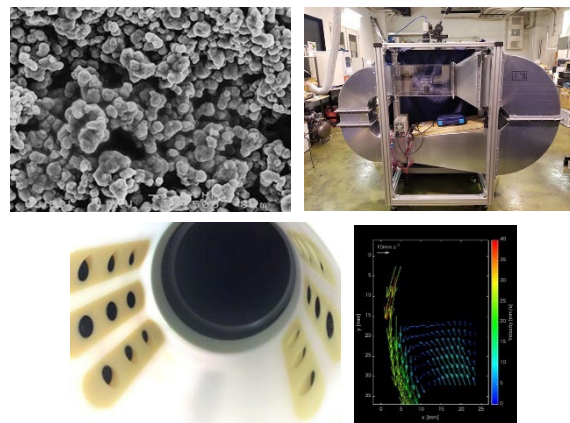
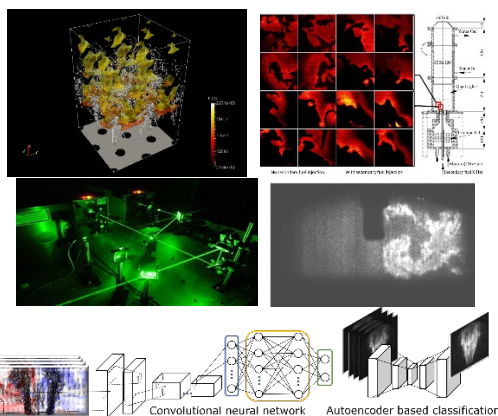
3. カーボンニュートラルグループ ～エネルギーと環境のために英知を結集～

カーボンニュートラルグループでは、燃料電池、自動車用及び航空機用エンジン、全固体電池、水素・アンモニア燃焼、水素エンジンなどの次世代のエネルギー変換技術、さらに水素製造技術、二酸化炭素回収・貯留、ナノ材料による伝熱制御、大規模火災の消火・環境影響などの多彩な課題に対して、AI 導入等を含めた先端的な基礎研究に重点をおきつつ実用化における課題まで広く推進することで、カーボンニュートラル(CN)実現に貢献しています。



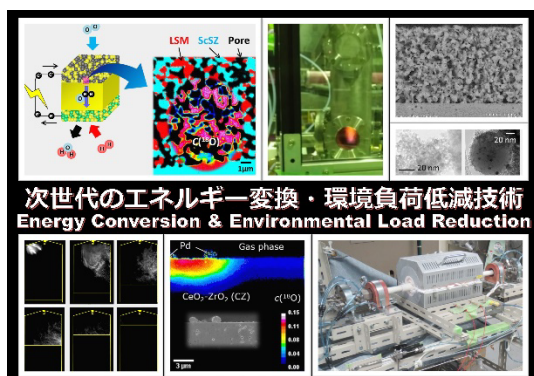
高効率固体高分子型燃料電池、アルカリ水電解、全固体リチウムイオン電池 (先端 X 線計測, マルチ・フィジックス・シミュレーション等)

二酸化炭素地下貯留や原油増進回収に向けた貯留層シミュレーション(大規模混相流シミュレーション、分子動力学シミュレーション等)



水素/アンモニア燃焼、高精度シミュレーション、先端レーザ計測、AI 高度利用、CN 対応高効率低環境負荷燃焼技術の研究開発

ナノ材料による伝熱制御技術の開発/界面を含む移動現象問題の解明/熱を使った材料加工技術の高度化



固体酸化物形燃料電池、機能性材料の燃焼合成、次世代内燃機関、排気後処理システムの研究

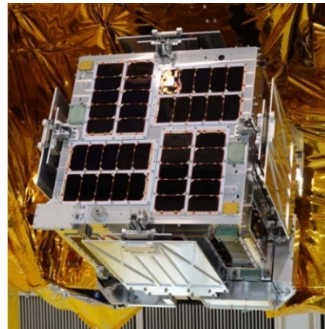
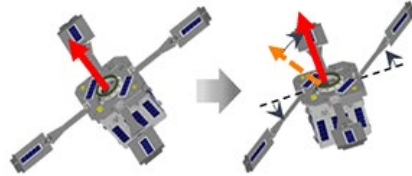
火災現象の基礎(熱流体及び燃焼)理解から効率的な消火手法とその環境影響

4. 宇宙航空グループ ～空と宇宙のフロンティアを開拓～

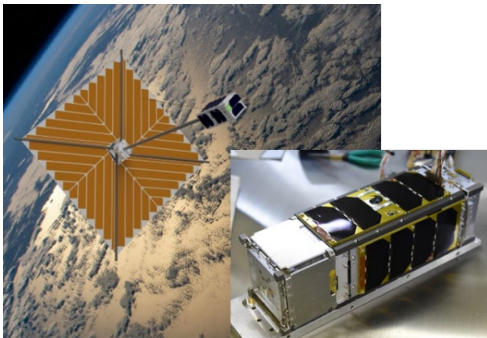
人類はその活動の場を空へ、そして広汎な宇宙へ広げてきました。このような「宇宙時代」にあつて、エンジニアは既存の技術の枠を越え、極限的な環境に対応できる技術開発を行う能力と、宇宙的なグローバルシステムの中で技術を思考する能力が要求されています。機械系では多様な宇宙・航空技術の研究を実施しており、多くの卒業生たちが技術開発の第一線で、世界を牽引する活躍をしています。



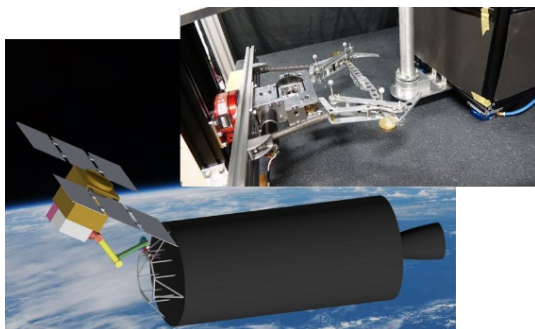
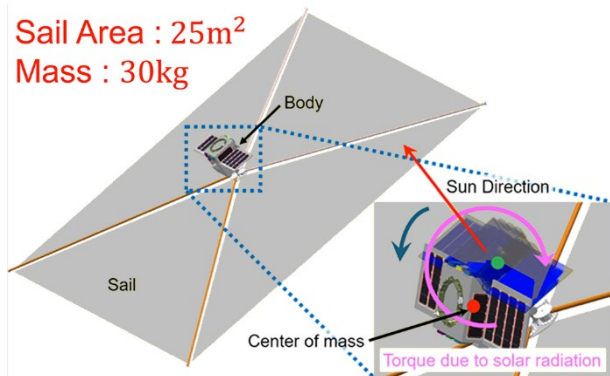
東工大が開発した世界初の
1kg 級超小型衛星 CUTE-I (2003 年)



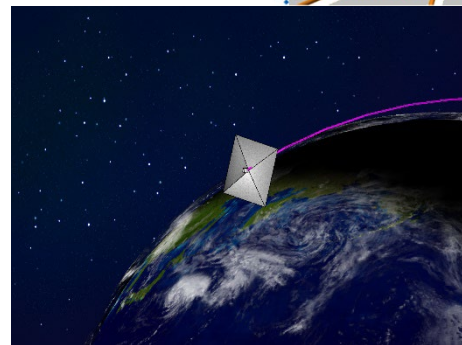
世界初の形状可変型姿勢制御実証衛星
(50kg 級超小型衛星) ひばり (2021 年)
形状変形による迅速姿勢制御のイメージ (上)
衛星と軌道上で撮影したパドル駆動の様子 (下)



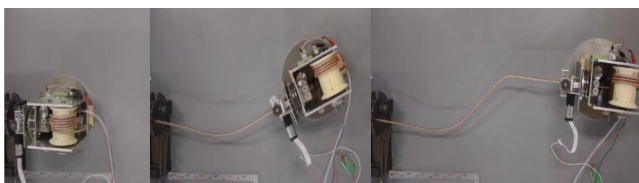
4kg 級展開膜実証衛星 OrigamiSat-1
(2019 年)



スペースデブリ除去のための
宇宙ロボットハンドの開発



研究開発中の超小型ソーラーセイル PIERIS
(上: 衛星概観、下: 軌道上のイメージ)



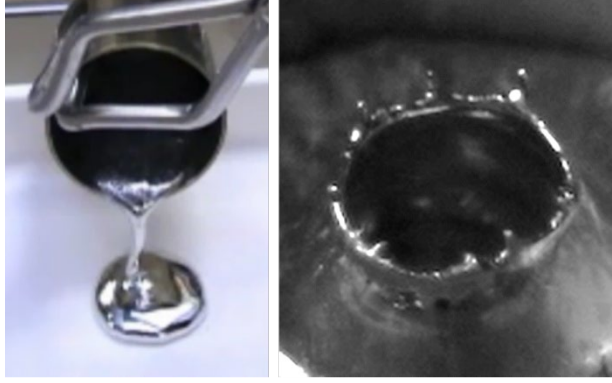
宇宙用超多自由度伸展式ロボットアームの開発

5. 先進ソリューショングループ ～工学知識を最大限に活用～

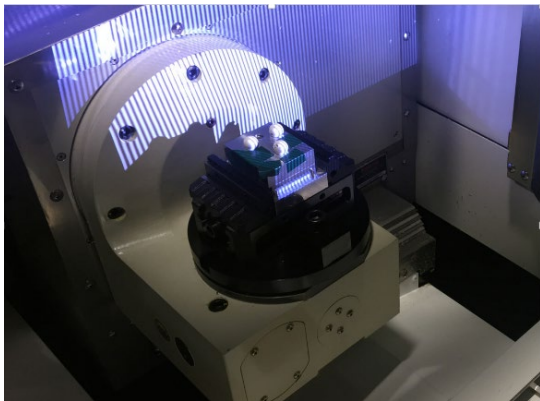
先進ソリューショングループは、先進材料・マニュファクチャリング、先進設計、知的センシング、シミュレーション工学の4つの分野に分かれ、最新機械要素の設計開発から機器・プラントの最適運用まで機械工学とその周辺分野に関わるあらゆる問題をターゲットにしています。4力学を中心とした機械工学の基礎分野を基本にしつつ、世界最先端の実験設備と大規模シミュレーション技術を駆使して、幅広いスケールにまたがる多様な研究を進めています。



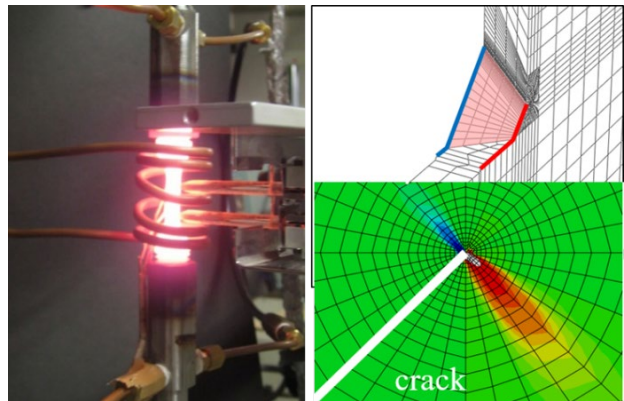
プラズマ CVD 法によるダイヤモンドライクカーボン (DLC) 膜の作製。



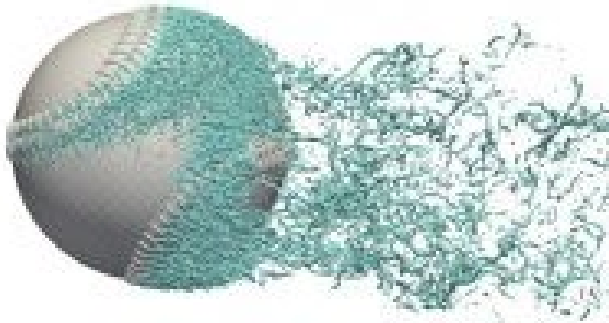
流体と金属の両方の特性を併せ持つ液体金属。核融合炉や大型望遠鏡への応用が期待される。



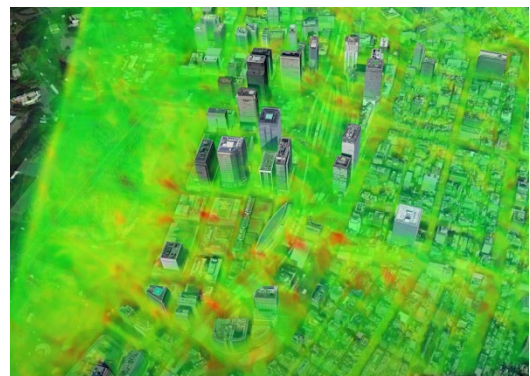
非接触形状測定機の開発。
精密な高速自動加工を可能にする。



ジェットエンジン用耐熱材料の高温強度試験と
変形破壊シミュレーション。



フォークボールの数値流体シミュレーション



微気象（地表近傍の気象現象）の
リアルタイム予測シミュレーション

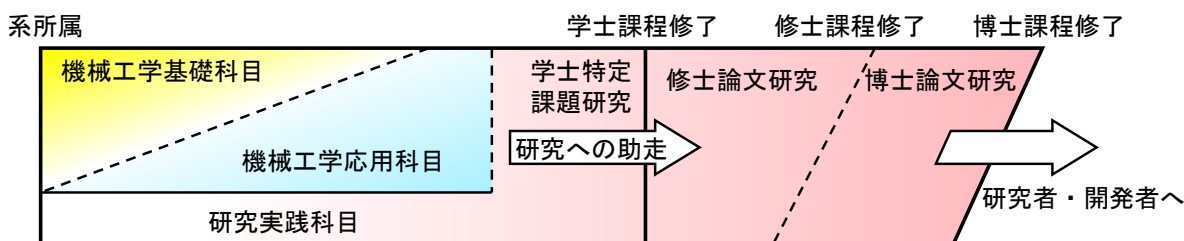
IV 機械系のカリキュラム

機械系のカリキュラムは2024年度2年次学生から新しくなっています。

1. カリキュラムの概要

機械工学は実世界の“もの”を数学・物理でモデル化し、その挙動が便利で使いやすくなるように設計する（逆問題を解いて作り替える）ことが中心です。そのために、まず工業数学と工業力学、および、**材料力学、熱力学、流体力学、機械力学**の基盤分野に**データサイエンス**分野を加えた科目（機械工学基礎科目）を学修します。特に、データサイエンス分野ではAIや機械学習を実世界情報処理に応用するための知識・実装について学修します。また、これらを活用するための材料・加工、機械設計、電子機器等と組み合わせるための情報処理、制御、ロボティクス・メカトロニクス等の科目（機械系応用科目）を学修し、さらに、これらを応用する精密工学・宇宙工学・医用生体・福祉工学等の発展科目を選択的に学修します。それと同時に、学んだ知識をもとに手を動かして実践する研究実践科目を通して研究に必要となる技術を身に着けます。3年次にはプロジェクト科目があり、「メカノサイエンス実験プロジェクト」「計算力学・データサイエンスプロジェクト」「メカトロデザインプロジェクト」「メカノクリエイティブプロジェクト」「宇宙システムプロジェクト」の中から選択し、グループワークを通じた実践を行います。学士課程最終年度には学んだことを生かした研究への助走としての学士特定課題研究、学士特定課題プロジェクトに取り組みます。さらに大学院課程では、この助走を生かして修士・博士論文研究に取り組み、専門的な知識を深めます。大学院課程としては機械コース、エネルギー・情報コース、エンジニアリングデザインコース、ライフエンジニアリングコース、原子核工学コースがあります。それぞれのコースの詳細は次のリンクを参照してください。

https://educ.titech.ac.jp/mech/education/mech_undergraduate/curriculum.html

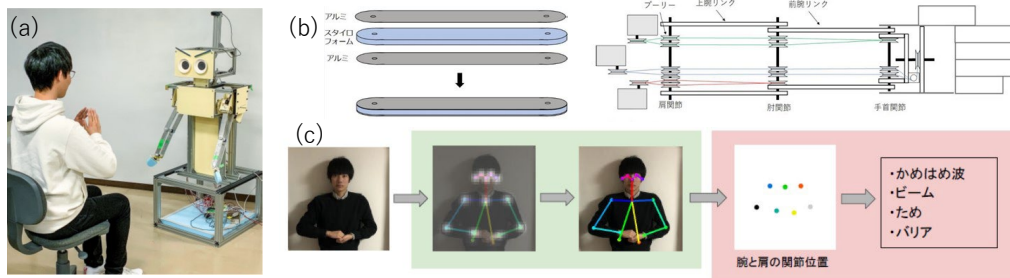


2. 研究実践科目

研究実践科目には機械系の特徴的な講義が用意されています。その幾つかを以下に紹介します。なお、プロジェクト科目は2025年度からの実施予定ですので、その前身となる授業について紹介します。

【機械システムデザイン】【機械システム開発プロジェクト】

「機械システムデザイン」では、ユーザーニーズに応える機械システムをグループで企画・設計・製作する体験を通して創造的思考を修得します。ユーザや使用される現場、状況についての調査等を行い、アイデアを出す“デザイン思考”と呼ばれる設計手法を学修します。アイデアを形にしたプロトタイプを製作、改良するプロセスを繰り返すことで、完成度の高い設計案を作成します。さらに、「機械システム開発プロジェクト」ではグループワークを進めて独創的な機械システムを開発します。機械システムの設計製作を行う体験を通して、創造力、設計力、またそれを動かすためのメカトロニクス技術や情報処理などの技術力、グループで問題解決するためのグループワーク力、マネジメント能力、ディスカッション能力、そしてプレゼンテーション能力を総合的に修得します。



機械システム開発プロジェクト事例：かめはめ波ロボ「かめお」(a) 対戦の様子 (b) 高速動作ロボットアームの設計 (c) 姿勢推定による関節位置を検出と、機械学習による技の分類

【宇宙システムプロジェクト】

CanSat と呼ばれるジュース缶サイズの人工衛星モデルの設計・製作・打ち上げ実験を行います。受講者が希望し、外部審査に通過することにより、9月に米国で開催されるロケット打上げイベントに参加します。ミッション成功を最終目標とし、要求される実証実験（気球より放出）および外部 NPO 法人による国内審査（複数回）をクリアするために作業を進めます。10人程度を定員として設計・製作を進めます。定期的開催する講義において、進捗報告、ディスカッション、環境試験、審査会等を実施するほか、外部の審査会、気球やドローンを用いた CanSat 投下実験等へ参加します。



V 卒業後の進路

機械系では、6年間での教育カリキュラムを構成しているため、ほぼ全員が大学院修士課程に進学することを想定しています。大学院修士課程進学後の就職は機械系共通の窓口で取り扱われ、卒業生は様々な業種、官公庁、研究機関に就職し、その過半数が研究開発に従事しています。人類の豊かで実りある社会の実現に向け、皆さんが将来、社会の中核として活躍する人材となることを期待しています。

【2023年度学部卒業生と大学院修了生の全ての就職先】

日産自動車、日立製作所、本田技研工業、トヨタ自動車、パナソニック ホールディングス、三菱重工業、アクセンチュア、小松製作所、東京瓦斯、IHI、NTT データグループ、キャノン、クボタ、ソニー、三菱電機、ソニーセミコンダクタソリューションズ、大和証券、ディスコ、東京電力ホールディングス、ニコン、日揮グローバル、日本電気、日本アイ・ビー・エム、パナソニック インダストリー、パナソニック コネクト、日立建機、富士通、安川電機、リクルート、アーサー・ディ・リトル・ジャパン、iCAD、アドバンテスト、伊藤忠商事、EIZO、SMBC 日興証券、SCSK、岡三証券、オリジナルマインド、キーエンス、キーエンスソフトウェア、キャノンメディカルシステムズ、京三製作所、Colt テクノロジーサービス、サイオステクノロジー、ジェイアール貨物・北関東ロジスティクス、JFE スチール、JERA、Japan

Advanced Semiconductor Manufacturing、JAL エンジニアリング、住友重機械工業、セイコーエプソン、全日本空輸、ソニー・インタラクティブエンタテインメント、ソニーグローバルソリューションズ、ダウ・ケミカル日本、千代田化工建設、ティアフォー、TDK、データ X、テルモ、デロイト トーマツ コンサルティング、デンソーウェーブ、東海旅客鉄道、東京エレクトロン、東京工業大学、東芝、特許庁、TOPPAN ホールディングス、ドワンゴ、日鉄エンジニアリング、日本航空、任天堂、野村総合研究所、パナソニック オートモーティブシステムズ、PwC コンサルティング、ビジネスエンジニアリング、日立インダストリアルプロダクツ、日立ハイテク、ファナック、富士ゼロックス神奈川、富士フイルム、富士フイルムエンジニアリング、富士フイルムビジネスイノベーション、フューチャー、ブリヂストン、ベイカレント・コンサルティング、本田技術研究所、マキタ、牧野フライス製作所、三井物産、三菱重工エンジン&ターボチャージャ、三菱 UFJ アセットマネジメント、ミネベアミツミ、ヤマハ発動機、有限責任監査法人トーマツ、ユニバーサル・シェル・プログラミング研究所、リンクコーポレートコミュニケーションズ、レノボ・ジャパン、Works Human Intelligence

VI 詳しく知るために

1. 機械系に関する情報

機械系は 100 名近くの教員からなる大きな組織のため、その研究範囲は多岐に渡っています。個別の内容については、以下のリンクをご覧ください。研究内容がイメージ図で紹介され、そのリンク先でより詳しく知ることができます。将来やりたい研究をぜひここからも見つけてください。

- 大学の WEB サイト <https://educ.titech.ac.jp/mech/>
- 機械系の WEB サイト <http://www.mech.e.titech.ac.jp/jp/index.html>

2. 相談窓口

機械系の系主任と初年次のクラス担任とアカデミックアドバイザーの教員は以下の通りです。機械系に関して質問や相談したことがあるときには、気軽に連絡してください。

- 機械系主任
店橋 護 教授、石川台 1 号館 2 階 210 号室、tanahashi.m.aa@m.titech.ac.jp
- 初年次クラス担任のうちの機械系の教員
荒木 稚子 教授、石川台 1 号館 6 階 601、araki.w.aa@m.titech.ac.jp
坂本 啓 教授、石川台 3 号館 5 階 512、sakamoto.h.aa@m.titech.ac.jp
鈴森 康一 教授、石川台 1 号館 5 階 512、suzumori.k.aa@m.titech.ac.jp
- 初年次アカデミックアドバイザーのうちの機械系の教員
三浦 智 准教授、石川台 1 号館 3 階 304、miura.s.aj@m.titech.ac.jp
山崎 敬久 准教授、石川台 1 号館 4 階 405、yamazaki.t.ae@m.titech.ac.jp
近藤 正聡 准教授、北 2 号館 2 階 274、kondo.m.ai@m.titech.ac.jp
石田 忠 准教授、すずかけ台キャンパス G5 棟 9 階 902、ishida.t.ai@m.titech.ac.jp
木倉 宏成 准教授、北 2 号館 2 階 225、kikura.h.aa@m.titech.ac.jp
兒玉 学 准教授、北 3 号館 6 階 607、tanaka.m.ay@m.titech.ac.jp
阪口 基己 准教授、石川台 1 号館 6 階 603、sakaguchi.m.ac@m.titech.ac.jp
長澤 剛 准教授、石川台 1 号館 3 階 306、nagasawa.t.ab@m.titech.ac.jp
平田 祐樹 准教授、すずかけ台キャンパス R2 棟 3 階 318、hirata.y.ac@m.titech.ac.jp