

機 械 系

<http://www.mech.e.titech.ac.jp/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不可欠です。

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）、サイバー空間と共にフィジカル空間（現実空間）を発展させ、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、機械工学が中心的な役割を果たします。



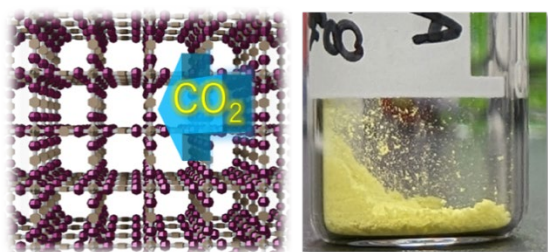
経済発展と社会的課題の解決を両立する Society 5.0
内閣府 WEB サイト (https://www8.cao.go.jp/cstp/society5_0/) より

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～

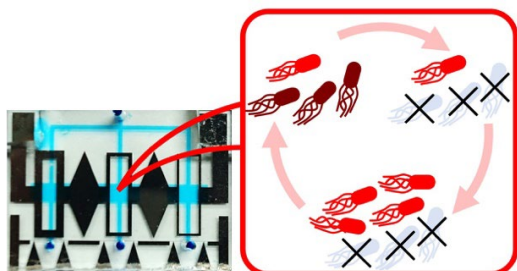
ナノスケール（ナノは10のマイナス9乗、ナノメートルは髪の毛の太さの1/100以下）の極微細な空間・時間領域は、私たちの日常の常識とは大きく異なる現象が支配する、未開拓の謎と可能性に満ちた工学のフロンティアです。広領域ナノシステム G の教員はこのフロンティアの開拓を通じてイノベーションを興し、SDGs の達成に貢献する未来創造の研究に取り組んでいます。広領域ナノシステム G の研究対象はエネルギー、環境、物質・材料、医療・ヘルスケアなど、あらゆるアプリケーションをカバーしています。一緒に、小さいスケールから社会に大きな貢献を成してゆきましょう。



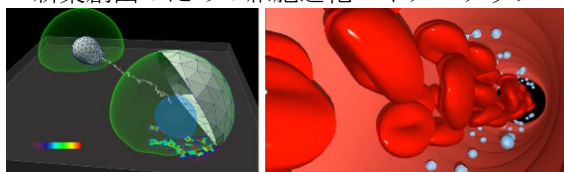
CO₂を高効率に分離・回収するナノ多孔体材料
簡単シンプルなUX



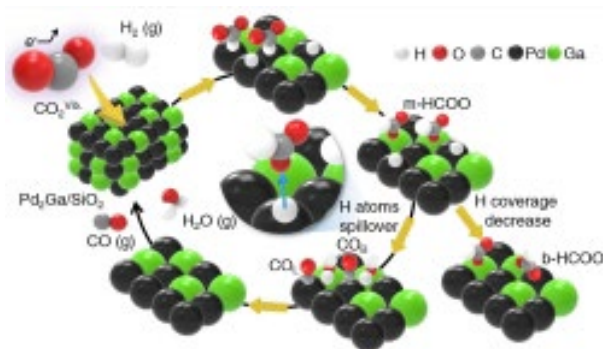
AI×ナノ=ウイルス・細菌センサの DX



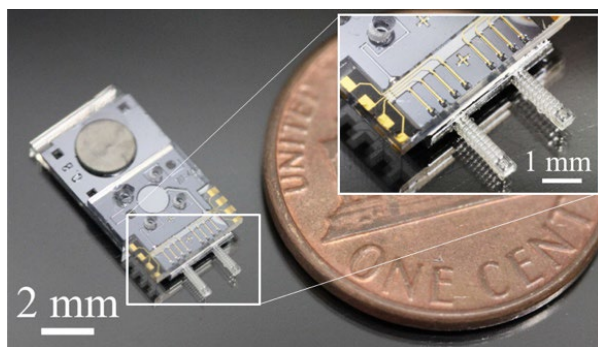
新薬創出のための細胞進化マイクロチップ



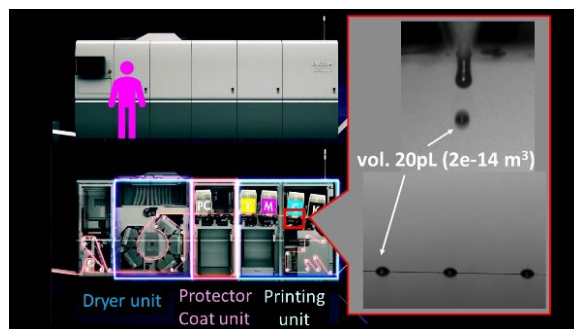
生体膜から細胞を対象とした計算力学解析



CO₂を有効利用する新しい触媒技術



細胞操作用ソフトマイクログリッパ



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～

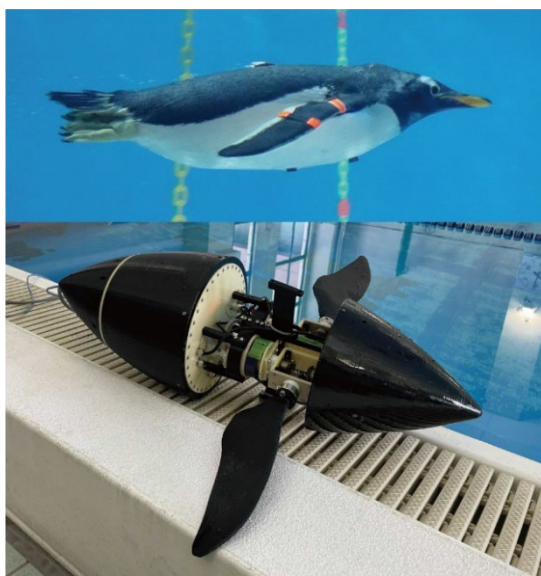
人を深く理解し、人と調和する機械システムの創出を通して快適と喜びをデザインすることを目的としています。これによって、機械工学を基盤として、将来ありたい未来を創造していきます。具体的には、ロボット、AI、データサイエンス、インターフェース、医療・福祉、脳科学などの幅広い分野を研究しています。



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



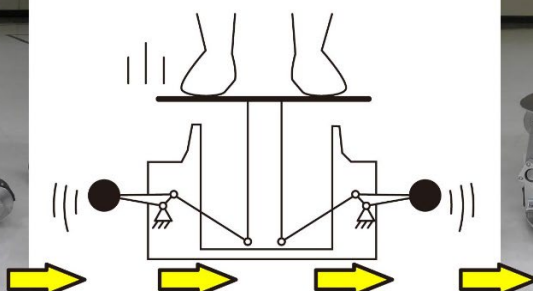
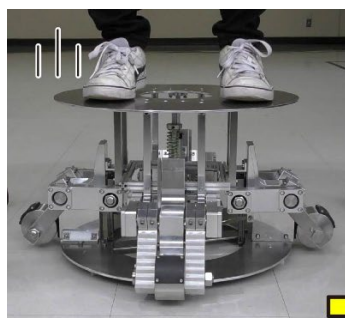
ロボットを作り、生物を理解



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

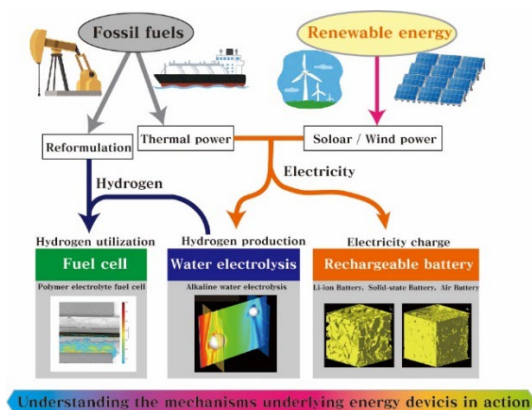


着地の衝撃吸収機構

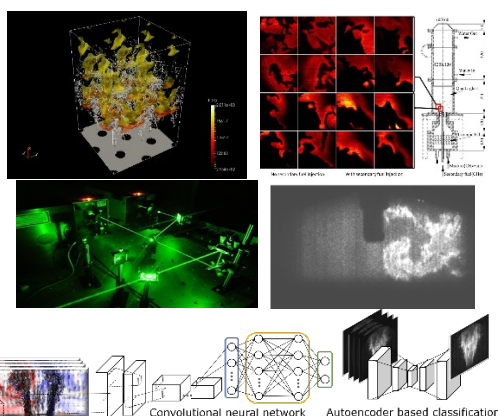


3. カーボンニュートラルグループ ～エネルギーと環境のために英知を結集～

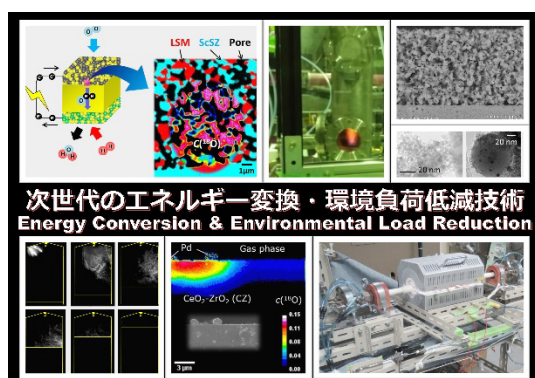
カーボンニュートラルグループでは、燃料電池、自動車用及び航空機用エンジン、全固体電池、水素・アンモニア燃焼、水素エンジンなどの次世代のエネルギー変換技術、さらに水素製造技術、二酸化炭素回収・貯留、ナノ材料による伝熱制御、熱を用いた材料創製・加工技術、大規模火災の消火・環境影響などの多彩な課題に対して、AI 導入等を含めた先端的な基礎研究に重点をおきつつ実用化における課題まで広く推進することで、カーボンニュートラル(CN)実現に貢献しています。



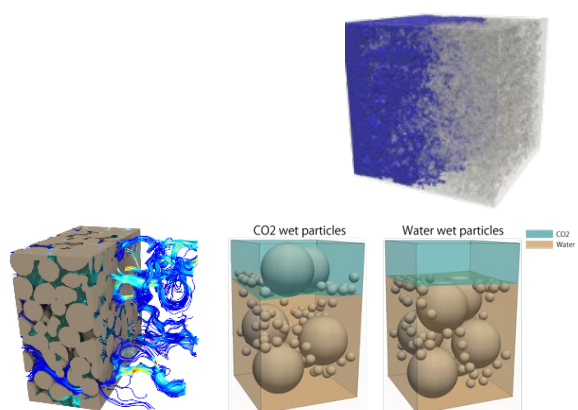
高効率固体高分子型燃料電池、アルカリ水電解、全固体リチウムイオン電池（先端 X 線計測，マルチ・フィジックス・シミュレーション等）



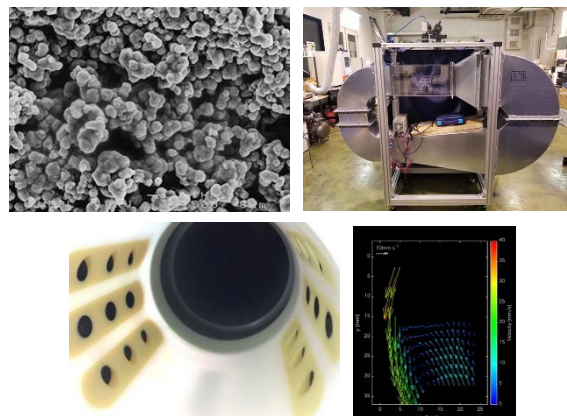
水素/アンモニア燃焼、高精度シミュレーション、先端レーザ計測、AI 高度利用、CN 対応高効率低環境負荷燃焼技術の研究開発



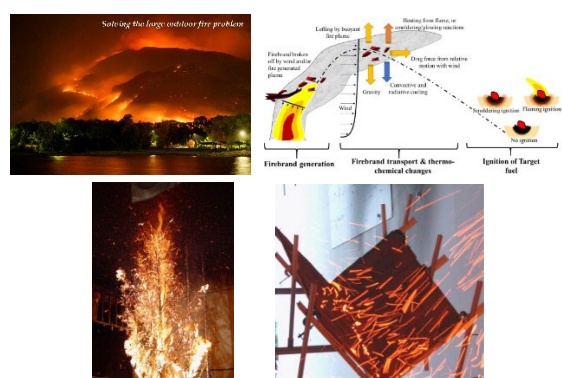
固体酸化物形燃料電池、機能性材料の燃焼合成、次世代内燃機関、排気後処理システムの研究



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)



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



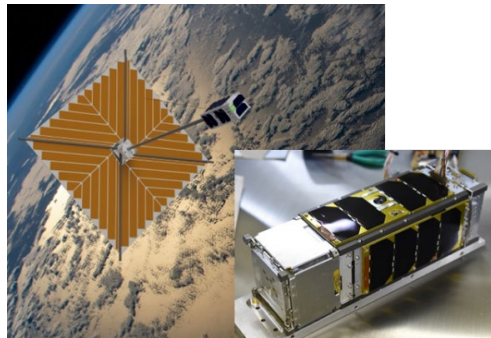
火災現象の基礎（熱流体及び燃焼）理解から効率的な消火手法とその環境影響

4. 宇宙航空グループ ～空と宇宙のフロンティアを開拓～

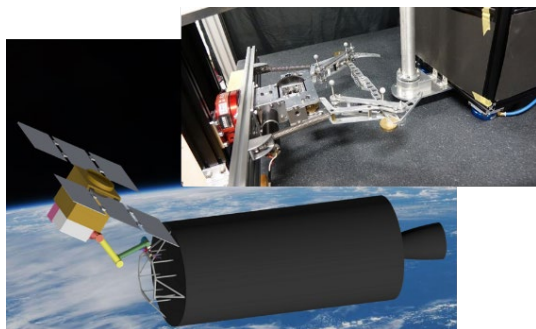
人類はその活動の場を空へ、そして広汎な宇宙へ広げてきました。このような「宇宙時代」にあつて、エンジニアは既存の技術の枠を越え、極限的な環境に対応できる技術開発を行う能力と、宇宙的なグローバルシステムの中で技術を思考する能力が要求されています。機械系では多様な宇宙・航空技術の研究を実施しており、多くの卒業生たちが技術開発の第一線で、世界を牽引する活躍をしています。



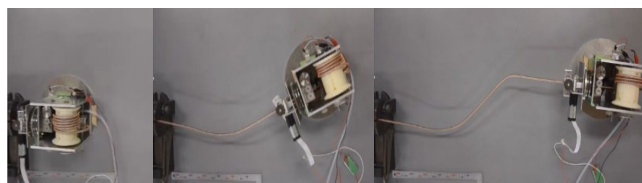
東工大が開発した世界初の
1kg 級超小型衛星 CUTE-I (2003 年)



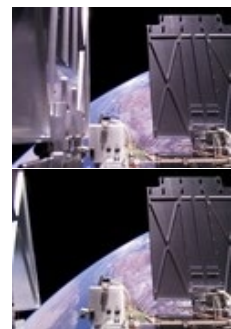
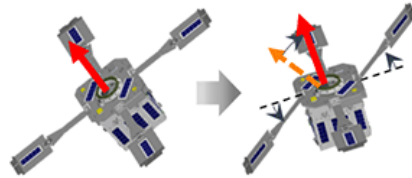
4kg 級展開膜実証衛星 OrigamiSat-1
(2019 年)



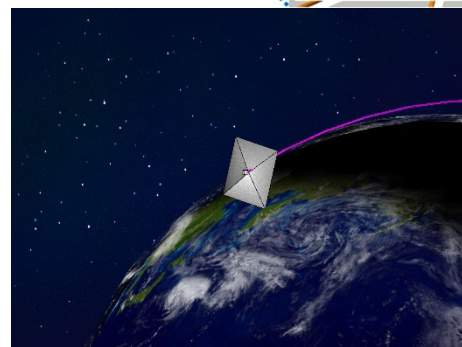
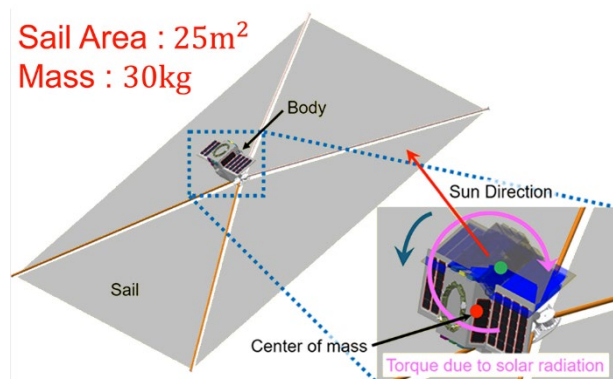
スペースデブリ除去のための
宇宙ロボットハンドの開発



宇宙用超多自由度伸展式ロボットアームの開発



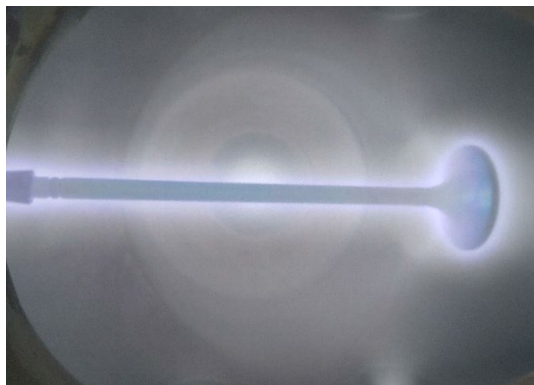
世界初の形状可変型姿勢制御実証衛星
(50kg 級超小型衛星) ひばり (2021 年)
形状変形による迅速姿勢制御のイメージ (上)
衛星と軌道上で撮影したパドル駆動の様子 (下)



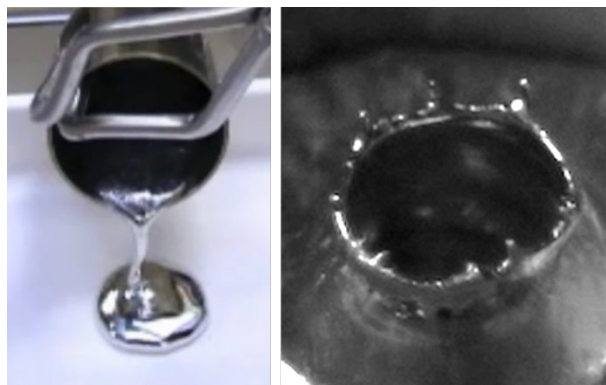
研究開発中の超小型ソーラーセイル PIERIS
(上: 衛星概観、下: 軌道上のイメージ)

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～

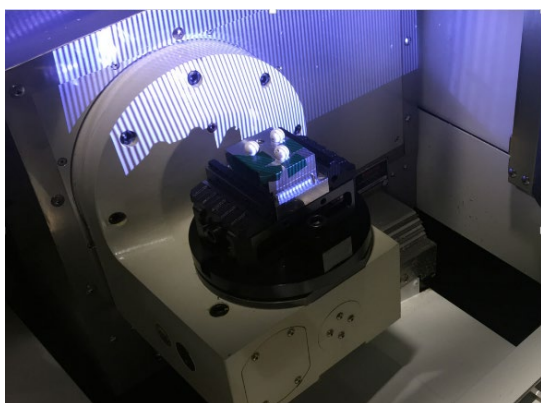
先進ソリューショングループは、先進材料・マニュファクチャリング、先進設計、知的センシング、シミュレーション工学の 4 つの分野に分かれ、最新機械要素の設計開発から機器・プラントの最適運用まで機械工学とその周辺分野に関わるあらゆる問題をターゲットにしています。4 力学を中心とした機械工学の基礎分野を基本にしつつ、世界最先端の実験設備と大規模シミュレーション技術を駆使して、幅広いスケールにまたがる多様な研究を進めています。



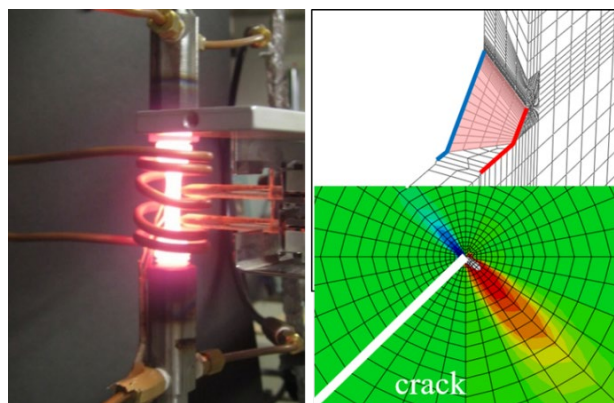
プラズマ CVD 法によるエンジン部品への
ダイヤモンド状炭素(DLC)膜の作製。



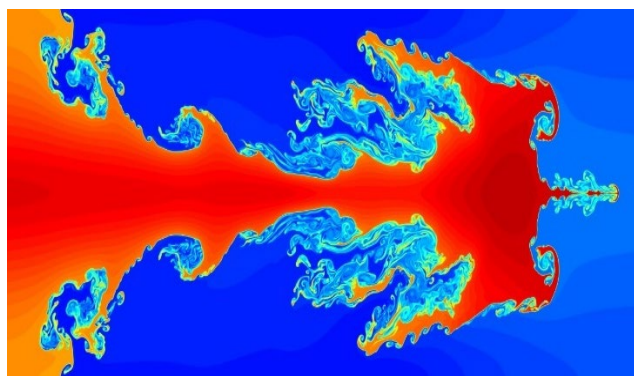
流体と金属の両方の特性を併せ持つ液体金属。
核融合炉や大型望遠鏡への応用が期待される。



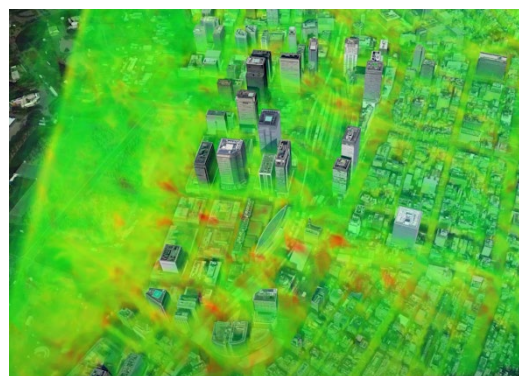
非接触形状測定機の開発。
精密な高速自動加工を可能にする。



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。



核融合で問題となるレイリーテイラー
不安定性のシミュレーション。



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。

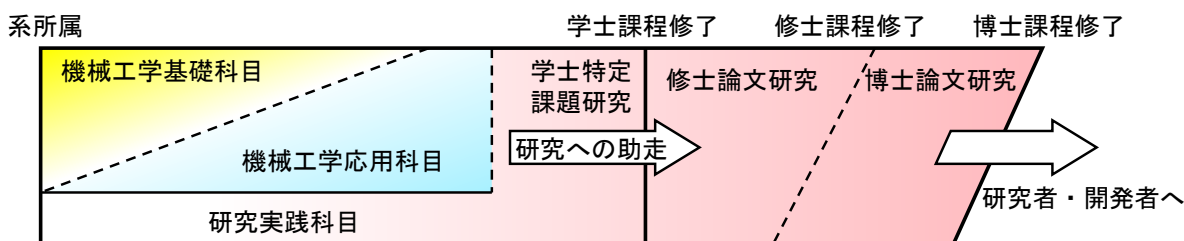
IV 機械系のカリキュラム

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

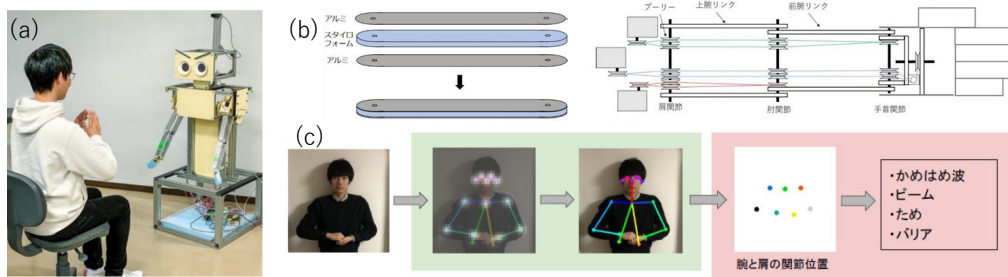


2. 研究実践科目

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。



株式会社 IHI, 株式会社 NIT データ, 川崎重工業株式会社, 株式会社クボタ, 株式会社小松製作所, JFE スチール株式会社, 住友電気工業株式会社, ソニー株式会社, ソニーセミコンダクタソリューションズ株式会社, 東京エレクトロン株式会社, 東京ガス株式会社, 株式会社ニコン, 日本ガイシ株式会社, 日本精工株式会社, 日本電気株式会社, 株式会社日立製作所, 株式会社日立ハイテク, ファナック株式会社, 富士フイルム株式会社, 本田技研工業株式会社, 三菱重工業株式会社, 三菱電機株式会社, 株式会社荏原製作所, セイコーエプソン株式会社, スズキ株式会社, 東芝エネルギーシステムズ株式会社

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
小竹 元基 教授、石川台 6 号館 3 階 315、shino.m.82f6@m.isct.ac.jp
中西 洋喜 教授、石川台 1 号館 5 階 506、nakanishi.h.7c22@m.isct.ac.jp
前田 真吾 教授、石川台 1 号館 4 階 413、maeda.s.efb8@m.isct.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
志村 祐康 准教授、石川台 1 号館 1 階 211、shimura.m.7280@m.isct.ac.jp
高橋 秀治 准教授、石川台 3 号館 5 階 510、takahashi.h.4450@m.isct.ac.jp
田中 博人 准教授、石川台 3 号館 4 階 406、tanaka.h.4e0e@m.isct.ac.jp
田中 智久 准教授、石川台 1 号館 4 階 407、tanaka.t.47e2@m.isct.ac.jp
土方 亘 准教授、石川台 6 号館 3 階 303B、hijikata.w.1bb6@m.isct.ac.jp
山本 貴富喜 准教授、石川台 1 号館 3 階 314、yamamoto.t.0037@m.isct.ac.jp
高山 俊男 准教授、石川台 3 号館 5 階 503C、takayama.t.a5cd@m.isct.ac.jp
青野 祐子 准教授、石川台 6 号館 2 階 204B、aono.y.4f4e@m.isct.ac.jp
西迫 貴志 教授、横浜キャンパス R2-219、nishisako.t.f0c8@m.isct.ac.jp