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。**

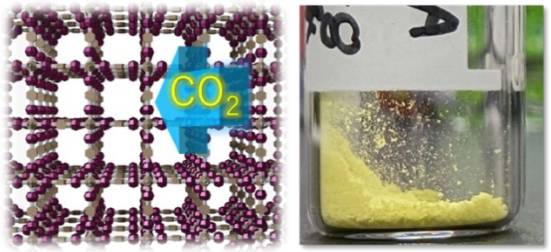
経済発展と社会的課題の解決を両立する Society 5.0
内閣府 WEB サイト（https://www8.cao.go.jp/cstp/society5_0/）より

III　機械系の学術研究と社会貢献

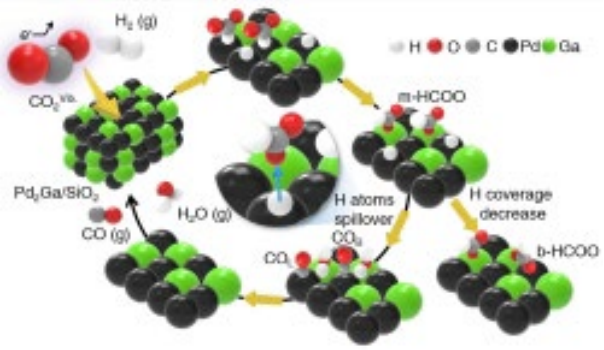
機械系は本学の中でも最も規模の大きい系の一つであって、多種多様な学術研究に取り組んでおり、さらにどの研究室・教員でも複数の研究テーマに取り組んでいます。ですから機械系の研究分野を単純に分類することは容易ではありませんが、現在は敢えて 5 つの研究グループに分類しています。以下では、これら 5 つの研究グループのそれぞれについて、取り組んでいる研究の一端を紹介するとともに、それらの学術研究が社会にどのように貢献するのかというイメージを紹介します。

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。

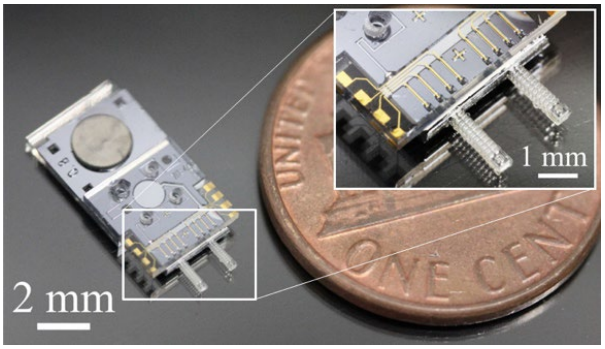


CO_2 を高効率に分離・回収するナノ多孔体材料

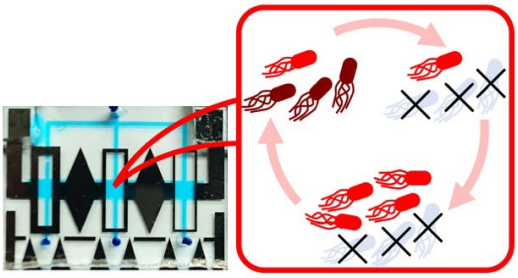


CO_2 を有効利用する新しい触媒技術

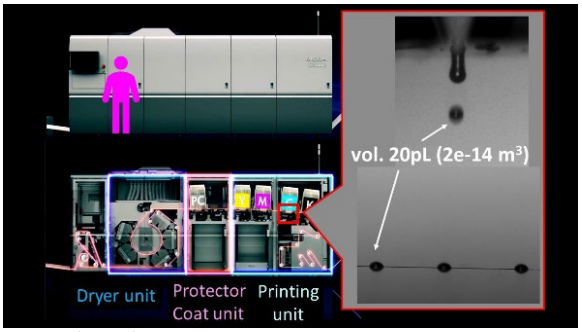
AI×ナノ=ウイルス・細菌センサの DX



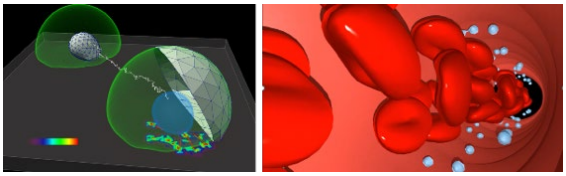
細胞操作用ソフトマイクログリッパ



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



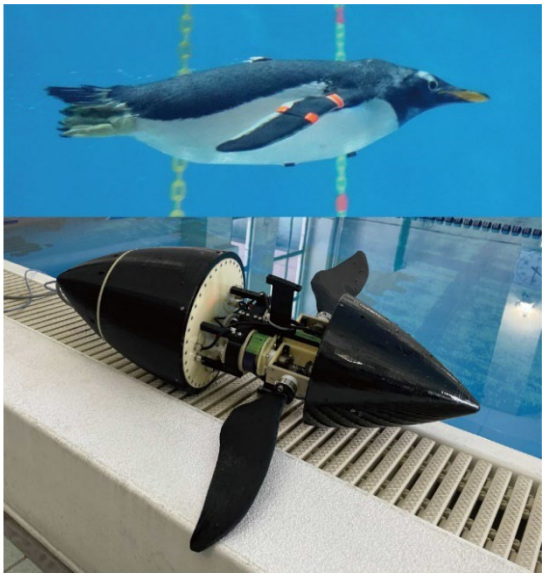
生体膜から細胞を対象とした計算力学解析

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。

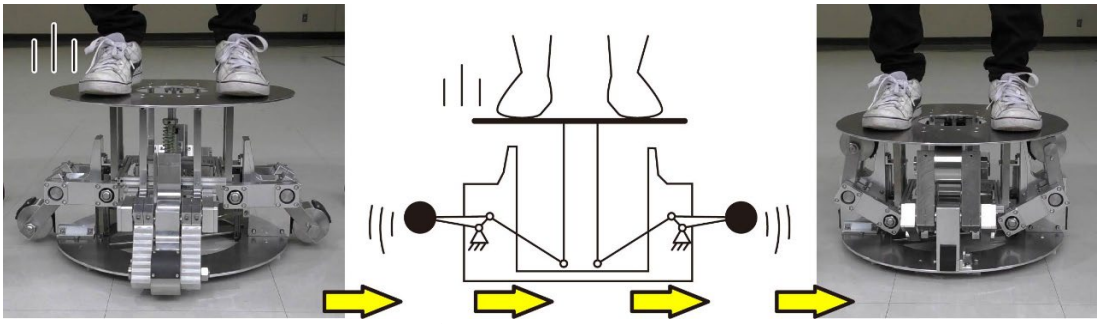
ドローンに代わる空間移動ロボット

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

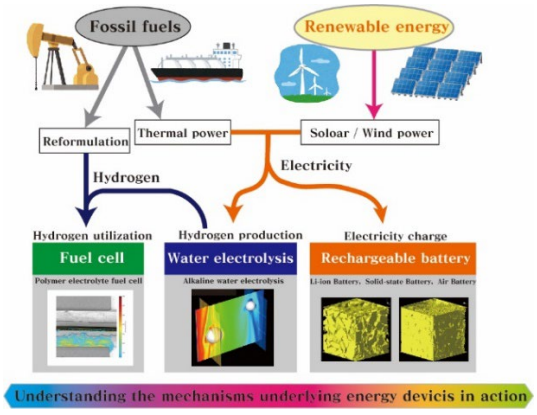
協調型パワードスーツ

子供の危険を予測した生活空間デザイン

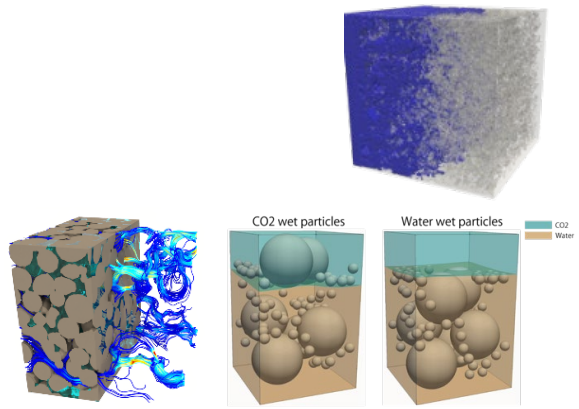

着地の衝撃吸収機構

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～

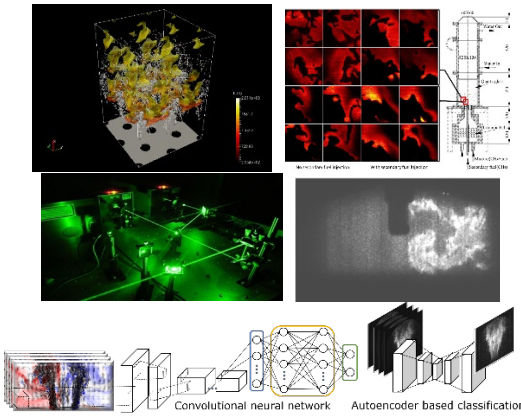
カーボンニュートラルグループでは、燃料電池、自動車用及び航空機用エンジン、全固体電池、水素・アンモニア燃焼、水素エンジンなどの次世代のエネルギー変換技術、さらに水素製造技術、二酸化炭素回収・貯留、ナノ材料による伝熱制御、熱を用いた材料創製・加工技術、大規模火災の消火・環境影響などの多彩な課題に対して、AI 導入等を含めた先端的な基礎研究に重点をおきつつ実用化における課題まで広く推進することで、カーボンニュートラル(CN)実現に貢献しています。



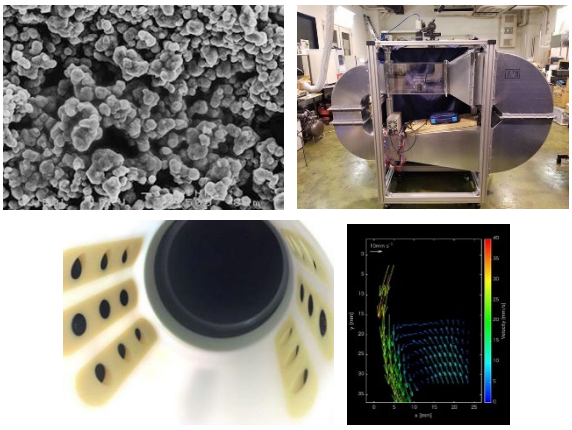
高効率固体高分子型燃料電池、アルカリ水電解、全固体リチウムイオン電池（先端 X 線計測，マルチ・フィジックス・シミュレーション等）



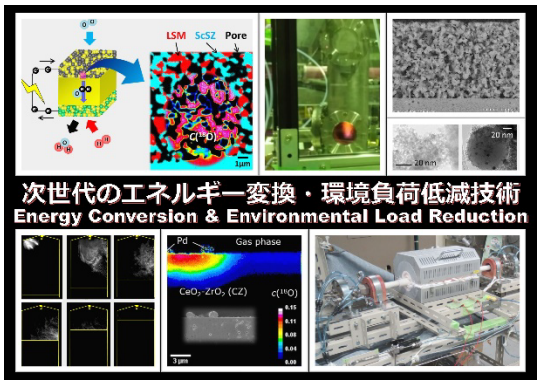
二酸化炭素地下貯留や原油増進回収に向けた貯留層シミュレーション(大規模混相流シミュレーション、分子動力学シミュレーション等)



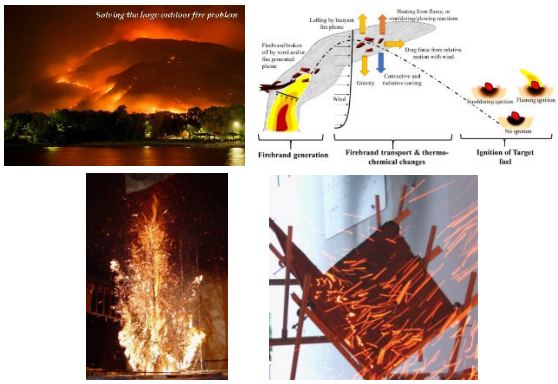
水素/アンモニア燃焼、高精度シミュレーション、先端レーザ計測、AI 高度利用、CN 対応高効率低環境負荷燃焼技術の研究開発



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

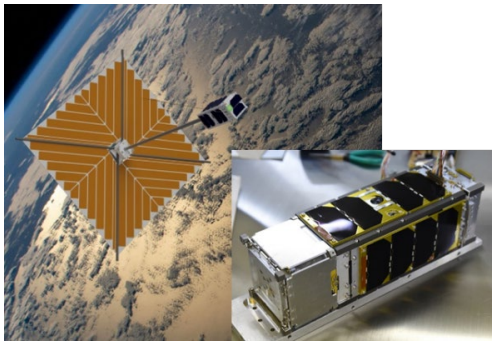


火災現象の基礎（熱流体及び燃焼）理解から効率的な消火手法とその環境影響

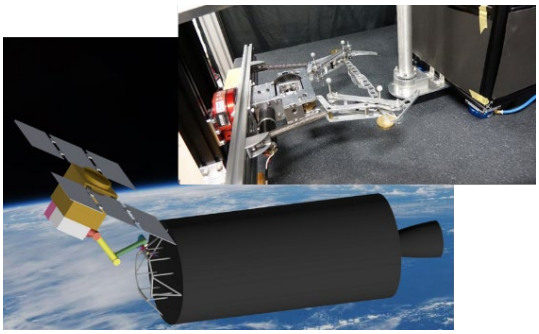
4.　宇宙航空グループ ～空と宇宙のフロンティアを開拓～

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」にあって、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。

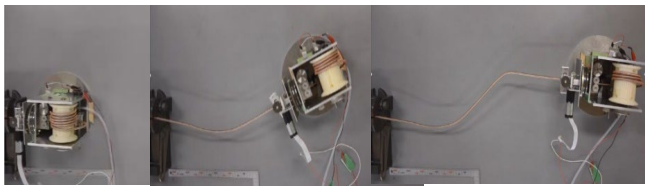
東工大が開発した世界初の
1kg 級超小型衛星 CUTE-I（2003 年）



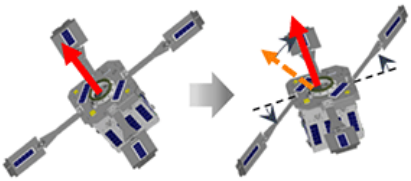
4kg 級展開膜実証衛星 OrigamiSat-1
（2019 年）

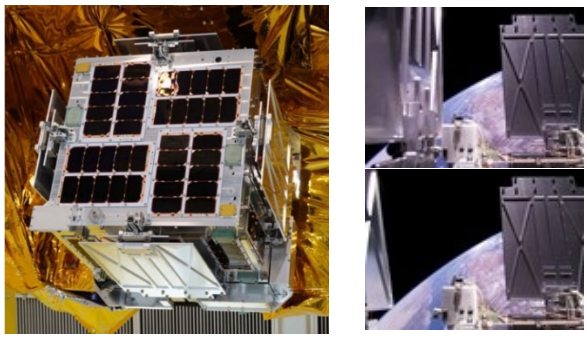


スペースデブリ除去のための
宇宙ロボットハンドの開発

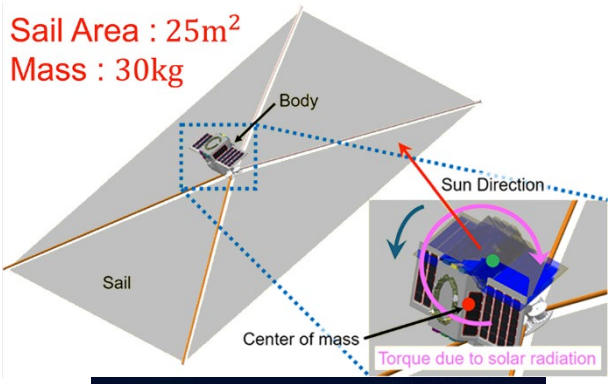


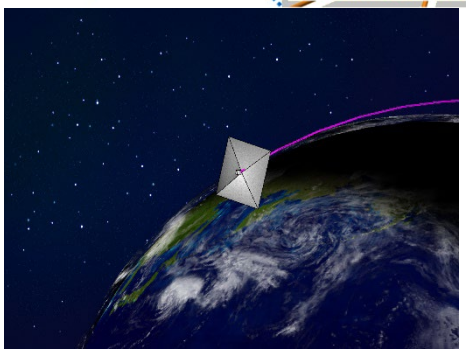
宇宙用超多自由度伸展式ロボットアームの開発





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）

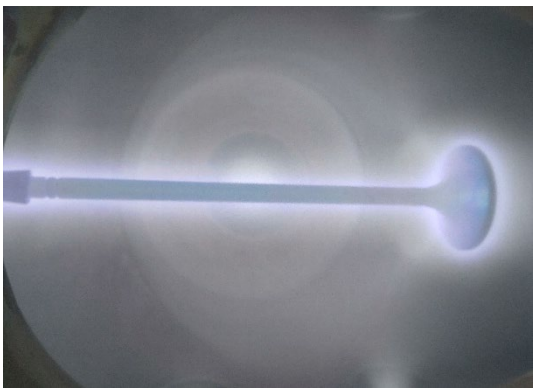




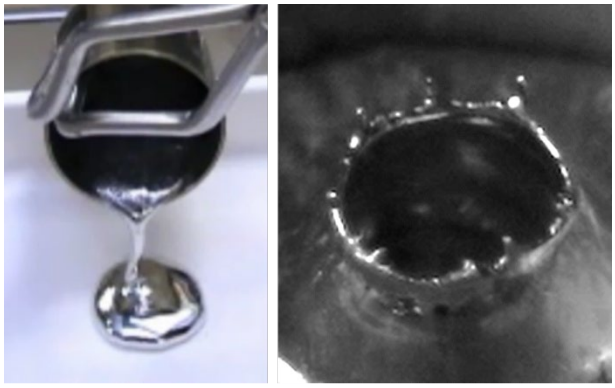
研究開発中の超小型ソーラーセイル PIERIS
（上: 衛星概観、下: 軌道上のイメージ）

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～

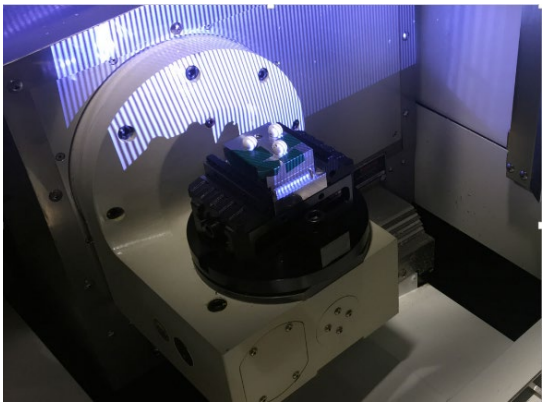
先進ソリューショングループは、先進材料・マニュファクチャリング、先進設計、知的センシング、シミュレーション工学の 4 つの分野に分かれ、最新機械要素の設計開発から機器・プラントの最適運用まで機械工学とその周辺分野に関わるあらゆる問題をターゲットにしています。 4 力学を中心とした機械工学の基礎分野を基本にしつつ、世界最先端の実験設備と大規模シミュレーション技術を駆使して、幅広いスケールにまたがる多様な研究を進めています。



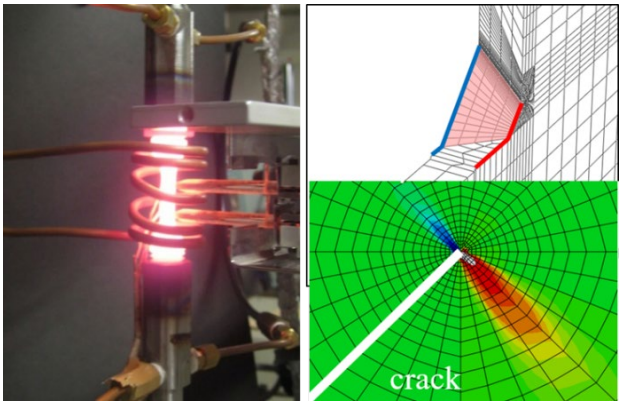
プラズマ CVD 法によるエンジン部品への
ダイヤモンド状炭素(DLC)膜の作製。



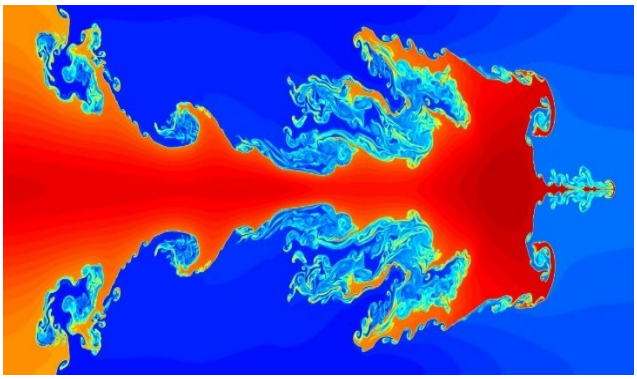
流体と金属の両方の特性を併せ持つ液体金属。
核融合炉や大型望遠鏡への応用が期待される。



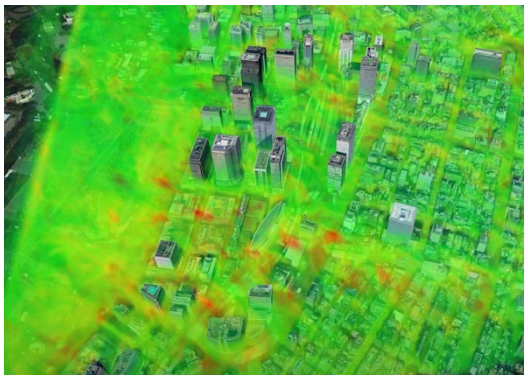
非接触形状測定機の開発。
精密な高速自動加工を可能にする。



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。

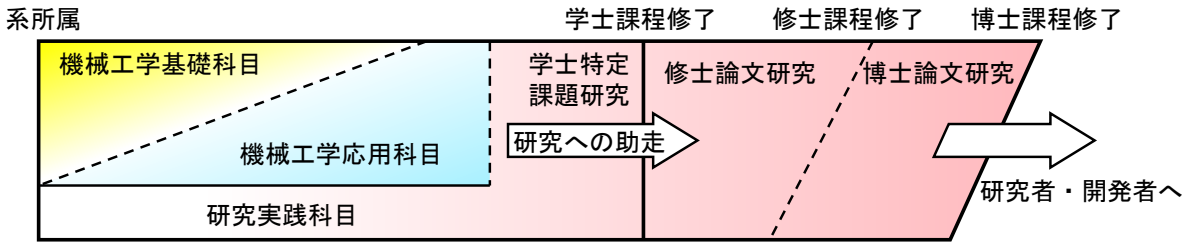
Ⅳ　機械系のカリキュラム

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した実践を行います。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



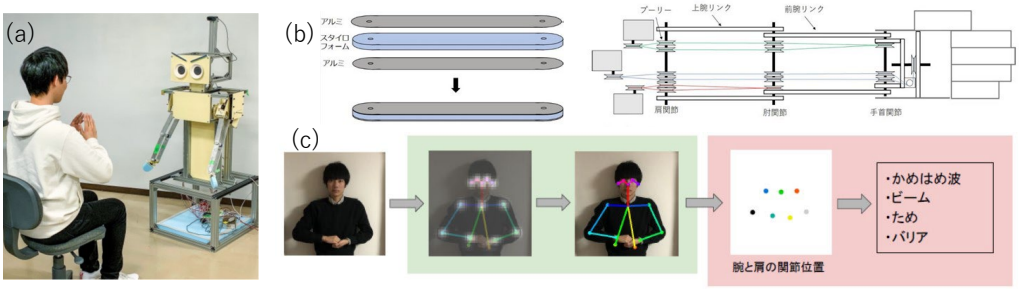
2.　研究実践科目

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

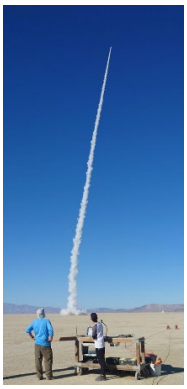
術力、グループで問題解決するためのグループワーク力、マネジメント能力、ディスカッション能力、そしてプレゼンテーション能力を総合的に修得します。



機械システム開発プロジェクト作例：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。定期的に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。

【2024 年度学部卒業生と大学院修了生の全ての就職先】

AlphaTheta、DJI JAPAN、DMG 森精機、EY ストラテジー・アンド・コンサルティング、IHI、INPEX、Insight Edge、JFE スチール、Midea Group Corporate Research Center、NTT データ、NTT データ CCS、NTT データルウィーブ、Proxima Technology、PwC コンサルティング合同会社、SCSK、SMC、SUBARU、TMEIC、TSMC デザインテクノロジージャパン、アイベックスエアラインズ、アクセンチュア、アビームコンサルティング、アマゾンウェブサービスジャパン合同会社、いすゞ自動車、エスネットワークス、オリンパス、キーエンス、キャップジェミニ、キヤノン、キヤノンメディカルシステムズ、ク

リエイティブテクノロジー、シンプレクス・ホールディングス、スカパーJSAT、住友電気工業、セイコーソリューションズ、セコム IS 研究所、ソニー、ソニー・ホンダモビリティ、ソニー・ミュージックエンタテインメント、ソニーセミコンダクタソリューションズ、ダイキン工業、大和総研、千葉県庁、千葉工業大学、ディスコ、テクノプロ・デザイン社、テルモ、デロイトトーマツコンサルティング合同会社、デロイトトーマツベンチャーサポート、トヨタ自動車、名古屋大学、ニコン、日産自動車、ニフコ、ニプロ、日本電気、パナソニック、パナソニックオートモーティブシステムズ、バンダイ、日立製作所、ファナック、フューチャー、フレクト、防衛省、ボッシュ、マイクロ、マイクロンメモリジャパン、マツダ、三菱自動車工業、三菱重工業、ミネベアミツミ、モリタホールディングス、ヤマハ発動機、レーザーテック、旭化成、一般財団法人 日本海事協会、荏原製作所、関西電力、経済産業省、国土交通省、国立研究開発法人宇宙航空研究開発機構、三井海洋開発、三井住友銀行、三菱 UFJ モルガン・スタンレー証券、三菱ロジスネクスト、三菱重工業、三菱総合研究所、三菱電機、三菱電機ディフェンス&スペーステクノロジーズ、三菱電機ビルソリューションズ、鹿島建設、住友ベークライト、商船三井、川崎重工業、全日本空輸、村田製作所、電通総研、東海理化、東海旅客鉄道、東急建設、東京エレクトロン、東京ガス、東京精密、東芝、東日本高速道路、東洋製罐グループホールディングス、日揮グローバル、日産自動車、日鉄ソリューションズ、日本アイ・ビー・エム、日本ヒューレット・パッカード合同会社、日本原子力発電、日本精工、日本総合研究所、日本電気、日立ソリューションズ、日立製作所、不二越、富士フイルム、富士通、富士通 Japan、豊田通商、本田技研工業、野村総合研究所

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
  水谷 義弘　教授、石川台 1 号館 4 階 415、mizutani.y.aa@m.titech.ac.jp
  古川 克子　教授、石川台 1 号館 4 階 404、furukawa.k.aj@m.titech.ac.jp
  伊井 仁志　教授、石川台 1 号館 3 階 308、ii.s.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
  赤坂 大樹　教授、石川台 3 号館 4 階 414、akasaka.h.ac@m.titech.ac.jp
  大西 領　教授、石川台 9 号館 1 階 112、onishi.ryo@scrc.iir.isct.ac.jp
  笹部 崇　准教授、北 3 号館 6 階 609、sasabe.t.ab@m.titech.ac.jp
  難波江 裕之　准教授、石川台 1 号館 5 階 513、nabae.h.aa@m.titech.ac.jp

三浦 智　准教授、石川台 1 号館 3 階 304、miura.s.17a5@m.isct.ac.jp
中条 俊大　准教授、石川台 1 号館 5 階 507、chujo.t.aa@m.titech.ac.jp
髙山 俊男　准教授、石川台 3 号館 5 階 503C、takayama.t.aa@m.titech.ac.jp
鈴木 佐夜香　准教授、石川台 1 号館 2 階 202、 suzuki.s.dq@m.titech.ac.jp
中野 寛　准教授、石川台 1 号館 3 階 311、nakano.y.aj@m.titech.ac.jp