

# TOKYO TECH RESEARCH 2019-2020

東工大の研究力



Tokyo Tech



# 東工大の研究

東京工業大学は、1881年に設立以来、理工系のトップユニバーシティとして最先端の研究活動をリードしています。建学の精神である『ものづくり』に始まり、物理、化学、機械、材料、環境、生命科学など科学技術に関わるあらゆる分野において優れた研究成果を次々と生み出しています。

## 研究における3つの重要な取り組み

人類の持続的発展のための  
革新的科学技術の創出

真理の探究と  
新たな知の創造

知の社会実装  
を通しての社会への貢献

## 益学長からのメッセージ

東京工業大学は、世界最高水準の教育研究活動が期待されている指定国立大学法人として、科学技術の新たな可能性を掘り起こし、社会との対話の中で新時代を切り拓くことを目指しています。本パンフレットでは、本学の研究のエッセンスを、革新的科学技術の創出、真理の探究と新たな知の創造、知の社会実装の3つの観点から皆様に紹介いたします。未来を感じさせる、そして新たな産学連携に繋がる本学の研究の取り組みを数多く見出しただければ幸いです。私たちは、大学の持つ多様性を活かし、スピード感をもった決断と実行で、魅力的でワクワクする、そして社会に貢献できる研究に挑戦してまいります。東京工業大学の研究力に是非ご期待ください。



東京工業大学長  
益 一哉

|         |                    |       |                         |
|---------|--------------------|-------|-------------------------|
| 教職員・学生数 | 教員                 | 外国人比率 | 常勤教員                    |
|         | 1,489人(外国人129人)    | 8.7%  | 1,040人(外国人43人)          |
|         | 研究員                |       | 非常勤教員                   |
|         | 290人               |       | 449人(外国人86人)            |
|         | 職員                 | 女性比率  | 学士                      |
|         | 595人(女性254人)       | 42.7% | 4,828人(女性637人)(留学生249人) |
|         |                    |       | 修士                      |
|         | 学生                 | 女性比率  | 3,947人(女性679人)(留学生659人) |
|         | 10,212人(女性1,600人)  | 15.7% | 博士後期                    |
|         |                    | 留学生比率 | 1,437人(女性284人)(留学生523人) |
|         | 10,212人(留学生1,431人) | 14.0% |                         |

|   |       |          |                                           |
|---|-------|----------|-------------------------------------------|
| 賞 | ノーベル賞 | 大隅良典栄誉教授 | 2016年生理学・医学賞「オートファジー(自食作用)の仕組みの分子レベルでの解明」 |
|   |       | 白川英樹博士   | 2000年化学賞「導電性高分子の発見と発展」                    |
|   | 日本国際賞 | 細野秀雄教授   | 2016年「ナノ構造を活用した画期的な無機電子機能物質・材料の創製」        |
|   |       | 末松安晴栄誉教授 | 2014年「大容量長距離光ファイバー・通信用半導体レーザーの先導的研究」      |

|      |         |           |          |
|------|---------|-----------|----------|
| 研究論文 | 研究論文件数  | トップ1%論文件数 | 国際共著論文比率 |
|      | 12,464件 | 170件      | 38.8%    |

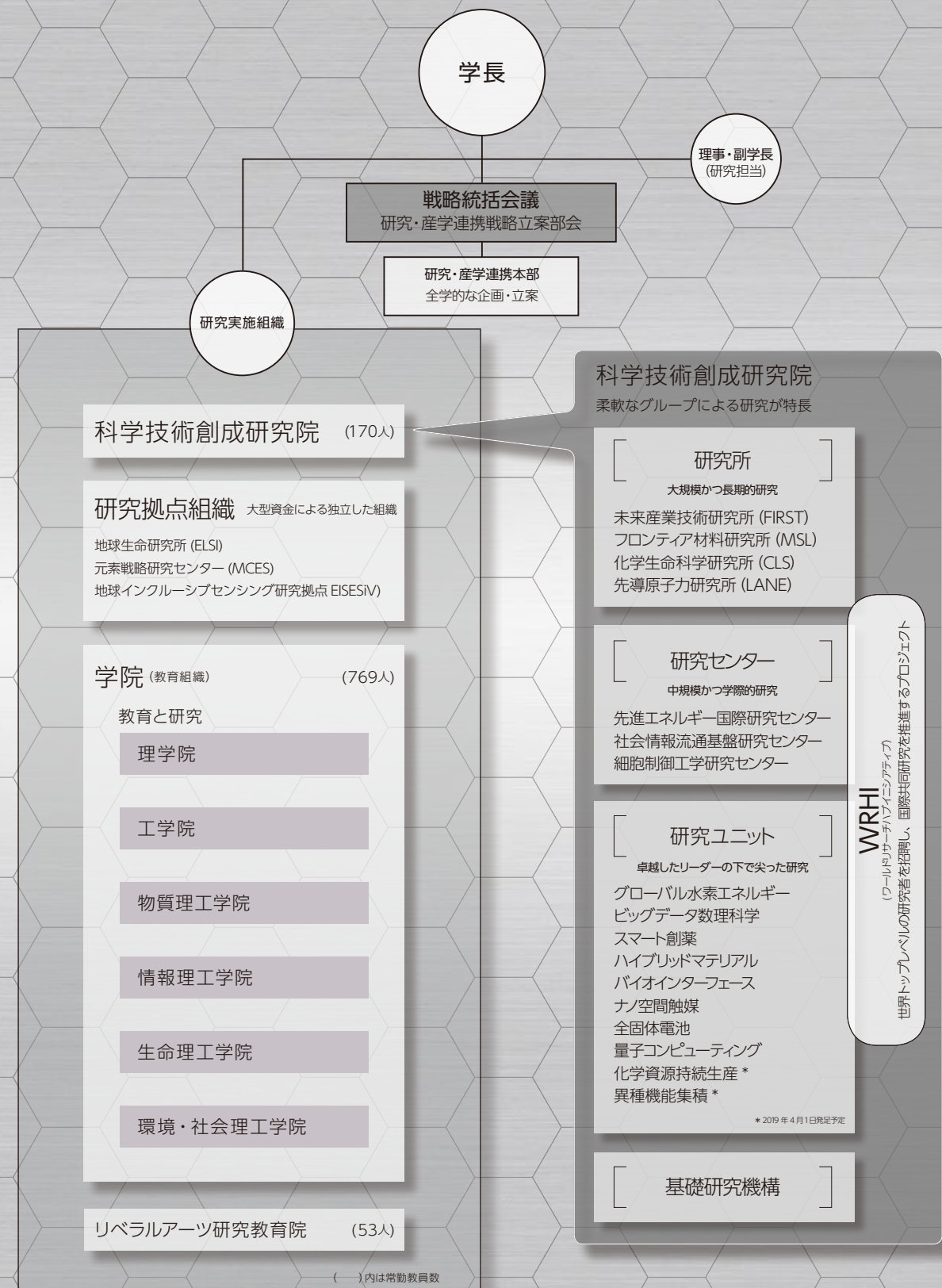
|      |               |                  |
|------|---------------|------------------|
| 産学連携 | 特許等実施料収入      | 大学発ベンチャー累計企業数    |
|      | 2.8億円(2017年度) | 92社(2018年12月末時点) |

収入支出額  
460.2億円

(人員数:2018年5月/研究論文、トップ1%論文:2013-2017 5年分累計、Web of Science /国際共著論文:2017年、Web of Science /収入・支出:2018年見込み)

# 研究推進体制

## 1. 概要

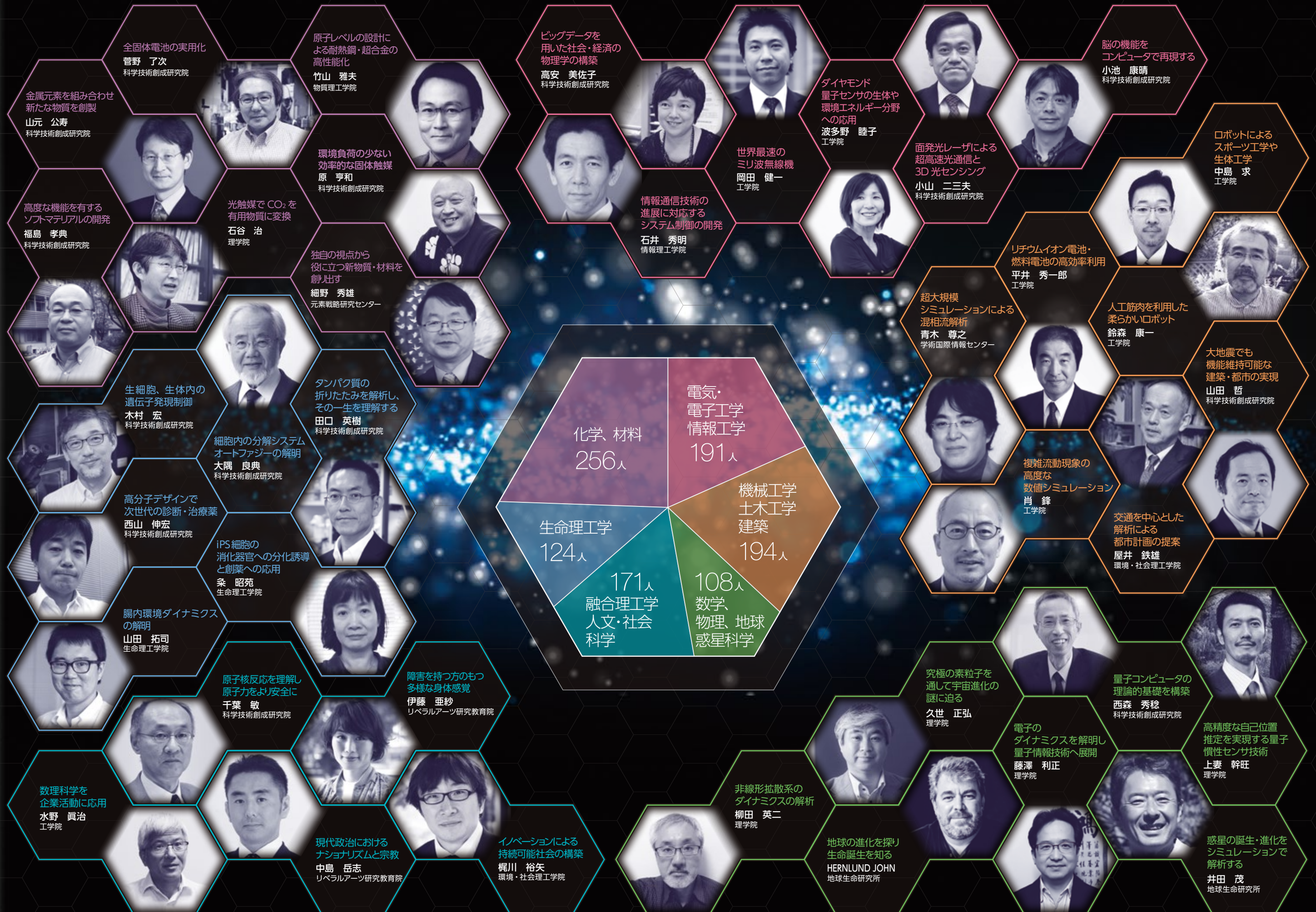


## CONTENTS

|            |    |
|------------|----|
| 1. 概要      | 1  |
| 2. 研究ハイライト | 5  |
| 3. 研究院、学院等 | 13 |
| 4. ライブラリ   | 23 |



# TOKYO TECH RESEARCH MAP 2019-2020





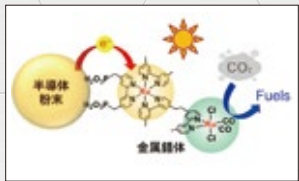
# 人類の持続的発展のための革新的科学技術の創出

## 地球・環境エネルギー

### CO<sub>2</sub>を再資源化する光触媒

石谷治、前田和彦 理学院

金属錯体と半導体というそれぞれ全く異なる物質群を融合したハイブリッド材料を光触媒として用い、常温常圧下でのCO<sub>2</sub>固定化を実現しています。従来にない融合領域を切り開く新たな人工光合成技術として世界的に注目され、2013年以降に発表した関連論文の引用件数は700回を超えています。今後のさらなる研究の進展により、将来のエネルギー・環境問題解決に資する画期的成果の創出が期待されています。



### 特定の環境汚染物質を簡便に検出できる高分子ゲル

小西玄一 物質理工学院

青色発光色素のアミノナフタレン誘導体が、特定の組成を持つ化学物質を認識し、紫外光(UV)を照射すると蛍光が消光されて分解する光トリガー分子であることを発見しました。この色素を組み込んだ高分子ゲルに、環境汚染物質であるトリハロメタン類を微量加えると、蛍光が消光しゲルが分解するため、市販のブラックライト(UV)を使うだけで、簡単に検出することができます。



### 太陽光発電を中心とする次世代電力エネルギーシステムの開発

井村順一 工学院

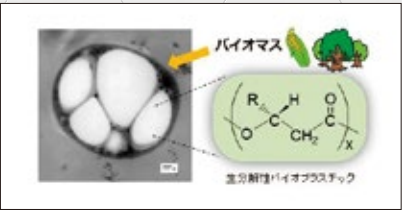
太陽光発電が大量導入された状況でも調和して安定に電力供給を実現するために、太陽光発電予測を活用した電力系統制御手法を国内17大学・研究所(研究者76名)、国外8大学の研究者とともに共同で研究開発しています。太陽光発電出力の予測は大変難しく、また、限られた時間帯しか発電できないといった特徴があります。そのため、大外れする場合も想定した、かつ蓄電池制御や電力市場メカニズムを活用したエネルギーマネジメント手法を総合的に開発し、超スマート社会の基盤となる次世代エネルギーシステムの構築を目指しています。



### 微生物でつくる、環境にやさしいプラスチック

福居俊昭 生命理工学院

プラスチックは現代社会に欠かせない材料ですが、そのほとんどは石油を原料とし難分解性であるために、その生産や廃棄は環境に負荷をかけています。一方、微生物が体内に蓄積するポリヒドロキシアルカン酸というポリエステルはバイオマスを原料とし、さらに自然環境中の微生物によって分解される生分解性プラスチックです。遺伝子操作によって細胞内代謝を改変し、優れた物性のポリエステルを効率よく合成する微生物を作製しました。このような微生物ポリエステルを環境にやさしいプラスチックとして利用することで、持続的発展可能な社会の構築に貢献できます。



### グローバルな視野でエネルギーと環境を考える

後藤美香、ジェフリー・クロス 環境・社会理工学院

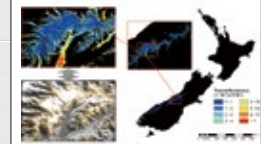
後藤は、企業経営とイノベーションの視点から、エネルギーや環境の問題を研究しています。環境保護への対応や人材の活用など、企業の社会的側面を考慮した生産性の向上や技術進歩の促進に関する分析を、各種データを用いて行い、持続可能な社会における企業経営の将来像を研究しています。クロスは未来型エネルギーと教育学をテーマに、環境エネルギー政策、バイオ燃料、教育などの分野で、グローバルに研究を進めています。大規模公開オンライン講座(MOOC: Massive Open Online Course)の開発や制作、研究にも積極的に取り組んでいます。



### 地球環境の未来をデザインする

神田学、鼎信次郎 環境・社会理工学院

神田は、最先端技術で都市気象学を世界的にリードする研究を行っています。スパコンによる都市気象予測技術、世界唯一の屋外都市実験施設、先進的な環境計測技術を駆使して、ヒートアイランド、熱中症、ゲリラ豪雨、大気汚染など都市特有の気象を世界規模で解明しています。鼎は、「水惑星・地球」を研究対象に、日本の大雨・洪水対策を考える研究から、100年後を見すえた地球規模での水資源・食料・再生可能エネルギーの持続可能性の探究まで、水循環と河川に関する世界最先端の研究に幅広く取り組んでいます。



## 地震・災害対策

### 鉄骨造建物を対象とした耐震技術

山田哲 科学技術創成研究院

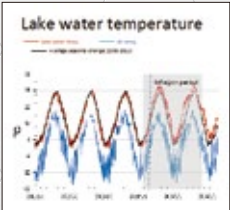
超高層建築や体育館など鉄骨造の建物を対象に、新しい免震・制振技術や既存建築の耐震改修技術を開発し、鉄骨造建物の地震被害低減を目指しています。構成要素の現実的な履歴挙動に基づく地震塑性応答解析、構成部材の破壊実験、地震入力の評価など、地震動から全体システムとしての建物を幅広く扱い、極限地震下で建築構造物が発揮し得る終局耐震性能の解明を行っています。非構造部材・設備も含めた、建物全体の安全性向上のための研究を進めています。



### 地球物理、地球化学の融合による草津白根山の先端的火山監視観測

野上健治、寺田曉彦、神田徑、小川康雄 理学院

群馬県北東隅にある草津白根山は我が国に111座ある活火山の一つです。東工大は草津白根山において半世紀以上にわたって観測研究を続けており、1986年には草津町に草津白根火山観測所を設立、水蒸気爆発の発生場と水蒸気爆発の噴火予測に関する観測研究を続けています。水蒸気爆発は前兆現象が極めて微弱であるためその噴火予測は現在でも難問の一つですが、2014年3月末頃から地盤変動、地震活動、全磁力、火口湖水及び火山ガス組成の全てにおいて草津白根山の活動が活発化していることを捉えることができました。これらの結果は気象庁ならびに草津白根火山防災会議協議会の防災対応へと結びつきました。



## 建築・交通

### 安全安心な低炭素社会に向けたチャレンジ

竹内徹、塚本由晴 環境・社会理工学院  
伊原学 物質理工学院

地球温暖化の原因となる二酸化炭素の排出を60%以上削減し、棟内で消費される電力をほぼ100%自給自足できるエネルギーシステムを有する世界でも類をみない環境エネルギーイノベーション棟(EI棟)のデザイナー・アキテクトを担当しました。竹内は、「建物」は自然災害に対してタフでなければならない。「かつ美しいことが望ましい」というコンセプトのもと、立体トラス構造やテンション構造など

研究における3つの重要な取り組みの最新の研究成果をご紹介します。

## 2. 研究ハイライト



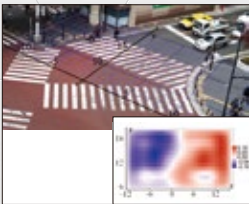
の空間系鋼構造、制震・免震技術などの応答制御技術を中心に「華麗でタフな」建築構造を実現するための研究に取り組んでいます。塚本は、「風土や暮らしに根差した先人の知恵を建築設計に生かしたい」という考え方にに基づき、建築意匠の研究と設計を通じて、建築の構成、人々や自然の「ふるまい」、制度等の社会的枠組みの、より良い相互関係を探索しています。

伊原は、EEI棟のエネルギーシステムの設計を担当し、キャンパス内の1.4MWの太陽電池、燃料電池、ガスエンジン、蓄電池を総合的に制御するスマートエネルギーシステム「エネスワロー」を開発・実証し、そのビッグデータを活用したシステム・シナリオ研究などにも取り組んでいます。

### 交通・都市・環境を探究する

朝倉康夫、屋井鉄雄、花岡伸也、室町泰徳、福田大輔 環境社会理工学院

先端的交通研究ユニット(Transport Studies Unit:TSU)は、安全かつ質の高い生活の実現に向けた交通システムの計画・運用・制度設計等を研究しています。朝倉は、情報通信技術を用いたヒトとクルマの動きの観測と解析や、非常時の交通マネジメントを研究しています。屋井は、交通計画の策定プロセスや市民参画、航空交通管理から、鉄道、道路、自転車交通政策まで、人を中心としたインフラ計画について研究しています。花岡は、開発途上国・新興国の成長阻害要因となっている問題を交通・物流分野から解決する「交通開発学」の関連研究を進めています。室町は、都市計画・交通計画をキーワードに、コンパクトシティ、運輸部門の気候変動対策、リアルタイム交通安全対策等の研究をしています。福田は、国土レベルの流動から歩行者までの幅広いモビリティを対象に、ビッグデータを活用しつつ解析的・応用経済学的研究を進めています。



## 健康医療・障がい者支援

### 人や環境に優しい新機能性材料の創製

細田秀樹 科学技術創成研究院

ほぼ全ての周期律表の元素を使う合金設計により新形状記憶・超弾性材料の研究開発を進めています。これらの材料は、安全かつしなやかであり、レントゲンやMRIの撮影がし易いため、心臓病や脳卒中等の血管疾患治療機器を格段に進

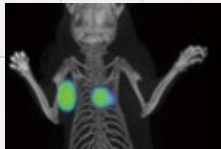
歩させるとして期待されています。また、磁性形状記憶合金を利用した複合材料を開発し、遠隔より磁場で操作できるアクチュエータの研究も進めています。これらの研究は、従来材料を凌駕する機能をもつだけでなく、人や環境に優しい新技術として注目されています。



### がんの低酸素を攻略し、がん治療に光明

近藤科江 生命理工学院

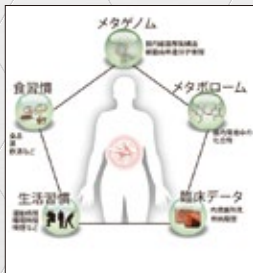
腫瘍内微小環境(特に低酸素)に注目して治療法の開発研究を行っています。悪性化の重要因子のひとつである低酸素誘導因子(HIF)や免疫抑制細胞に注目して、新規の治療標的を見つけ出す基礎研究を推進しています。更に、治療標的の可視化や治療効果を評価するマウスモデルの開発に生体光イメージングを取り入れ、世界をリードするイメージング技術やイメージングプローブの開発を行っています。今後は、がん微小環境を標的とした治療法の開発をさらに発展させていくとともに、光を用いた診断装置や造影剤開発を進め、東工大発の機器開発を分野横断的研究で推進していきます。



## ヒト腸内環境の超多次元データ解析

山田拓司 生命理工学院

ヒト腸内細菌に焦点を当て、特定の疾病の際に腸内環境がヒトにどのような影響を与えているか、または受けているか、を明らかにすることを目指して研究を進めています。臨床現場と密に連携をしながら、ヒト腸内細菌、代謝物質、生活習慣、食習慣、内視鏡データなど、ヒト腸内環境にまつわる超多次元データを網羅的に収集しています。このデータを利用することで大腸がん発がんに関わる腸内環境因子の特定を目指しています。現在は大腸がんに焦点を当てていますが、ここで蓄積しているデータや知見は今後様々な疾患において利用されることは間違いなくと考えています。



## 教育とICT

### ICTを活用した学習支援システムの開発

室田真男 リベラルアーツ研究教育院

現代は、一人一人がスマートフォンやタブレッ

ト型端末などネットワークに接続された端末を常時携帯しています。そうした環境を活かし、教室、自宅、外出先など様々な場所において、個人だけでなく複数の学習者が協働する学びを実現する学習支援システムを研究開発しています。具体的には、英語スピーキング支援システム、野外における防災学習支援システム、動画を活用した相互評価支援システム、タブレット端末によるコンピュータテストシステム等を研究開発しています。教育学の研究アプローチをとり、新しい機能を有する学習支援システムを開発し、その効果をデータにより実証的に検証しています。



## 社会科学

### 研究対象との協働による「関与型調査」を通じて社会貢献

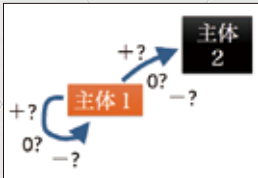
弓山達也 リベラルアーツ研究教育院

アカデミズムと宗教界と市民社会をつなぐ活動を行っています。東日本大震災後は、地域におけるコミュニティスペースでの後方支援や学生ボランティアを組織し、今も自ら現地での復興イベントに携わっています。こうした実践を通じて、それまで研究対象とのデータタッチメント(分離)を旨としてきた研究潮流に対して、あえて研究対象との協働や寄り添いを核とした「関与型調査」を提唱しています。その活動は被災地研究だけではなく、教育(特にいのちの教育)や宗教の社会貢献(特に貧困支援)の分野にも及び、研究の社会貢献を模索しています。

### ゲーム理論と社会ネットワーク理論の融合

猪原健弘 リベラルアーツ研究教育院

ゲーム理論と社会ネットワーク理論を融合することで、それまで別々に行われてきた、集団や社会の中での主体間の利害関係の分析と人間関係の分析を同時に行うことを可能にする枠組みを構築しました。その枠組みを集団や社会の意思決定や合意形成の分析に応用しています。数理的に展開される理論を武器に、提携(派閥・党派)の形成や意思決定に要する時間などを枠組みに組み込みながら、集団や社会における紛争解決や異文化理解、組織開発への展開を目指しています。





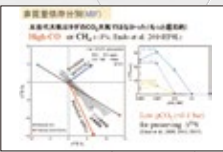
# 真理の探究と新たな知の創造

## 地球、宇宙、生命の起源

### 地球初期大気に一酸化炭素が存在

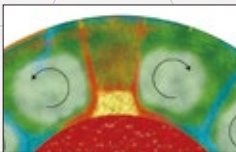
上野雄一郎 理学院

地球の25億年前より古い岩石には、硫黄の同位体異常が報告されていました。その原因は、酸素がほとんどなかった地球の初期大気に紫外線があたることによるものとされていましたが、有力な仮説の一つではありませんでした。研究グループは、実験室でそれを正確に再現することに初めて成功しました。その結果、地球の初期大気にはこれまで考えられてきた以上に二酸化炭素の量が少なく、代わりに一酸化炭素の濃度が高かったという新しい知見をもたらしました。



### 地球マントル大循環の新説「コンベアベルトモデル」を提唱

マキシム・バルマー 廣瀬 敬 地球生命研究所



マントルの対流攪拌運動を調べるため、二酸化ケイ素に富んだ粘性の高い物質をマントル対流の数値シミュレーションに追加しました。この結果、初期条件として与えた成層構造が大幅な逆転を生じた後、マントルは大きなロール状の対流セル構造となり、そこでは二酸化ケイ素の少ないものろい岩石が上部にたまり、下部マントルの中の二酸化ケイ素が多い強固なブロックの周囲を、巨大なベルトコンベアで運ばれるように循環することが分かりました。このような強固な領域の存在により、沈み込むプレートの中に、マントルの底へと沈んでいかず、中間の深さで一度滞留するものがある理由が説明できます。対流するマントルに太古の岩石が残存していることは、多くの科学者にとって長年の謎でした。しかし二酸化ケイ素に富んだ強固な岩石と、二酸化ケイ素が枯渇した、もっとずっと壊れやすいマントルとがあまり混ざり合わなかった結果だと考えれば、この謎がようやく解明できるかもしれません。

### 生命誕生前の初期地球における炭化水素の合成過程を推定

宗宮健太郎 理学院

アインシュタイン博士の理論が予言した時空のさざ波「重力波」は2015年に米国のLIGO望遠鏡で初めて観測されました。LIGOが観測したのは太陽の30倍ほどの重さをもつ2つのブラックホールが徐々に接近して合体する様子で、重力波以外の手段では観測することができないものです。日本でも重力波望遠鏡KAGRAの開発が急ピッチで進められています。KAGRAはLIGOが導入していない最先端の技術をいくつも盛り込んだ最新式の重力波望遠鏡です。当研究室はKAGRAの建設が開始された2011年から開発に携わり、主に光の量子揺らぎを軽減するための手法の確立に貢献してきました。

温泉ガスに含まれるメタンが温泉水と同じ程度の重水素を含むことを見いだしました。つまり、温泉の炭化水素が水を水素源として合成されたということになります。今まで知られていなかった無機的な化学反応によって、生命のもととなる炭化水素が合成されるというこの発見は、初期地球における生命誕生の一つの可能性を示唆するものです。

### 太陽系外惑星の探索

佐藤文衛 理学院 系外惑星観測研究センター

宇宙には太陽以外の恒星の周りを回る惑星が多数存在することが分かっています。これを「太陽系外惑星（系外惑星）」と呼びます。当センターは、宇宙に存在する多様な系外惑星の姿を天文学観測によって明らかにし、太陽系を含む惑星系の形成と進化の過程を解明することを目的として、2017年に設立されました。研究グループは、巨星と呼ばれる太陽よりも大きな恒星を巡る惑星の探索で世界をリードしています。これまでに約30個の系外惑星を発見し、2016年には、国内外の大型望遠鏡を用いた足掛け9年に及び観測によって、2つの惑星がお互いに逆向きに公転している可能性のある大変珍しい系外惑星系を発見しました。今後、数多くの系外惑星を発見し、人類の新しい宇宙観の形成に寄与することを目指しています。



新たに系外惑星が発見された恒星HD47366(国立天文台)

### 重力波検出器の開発

宗宮健太郎 理学院

アインシュタイン博士の理論が予言した時空のさざ波「重力波」は2015年に米国のLIGO望遠鏡で初めて観測されました。LIGOが観測したのは太陽の30倍ほどの重さをもつ2つのブラックホールが徐々に接近して合体する様子で、重力波以外の手段では観測することができないものです。日本でも重力波望遠鏡KAGRAの開発が急ピッチで進められています。KAGRAはLIGOが導入していない最先端の技術をいくつも盛り込んだ最新式の重力波望遠鏡です。当研究室はKAGRAの建設が開始された2011年から開発に携わり、主に光の量子揺らぎを軽減するための手法の確立に貢献してきました。



KAGRAは2020年頃に完成予定で、米国のLIGOや欧州のVirgoと共に国際的な重力波観測ネットワークの構築を目指しています。

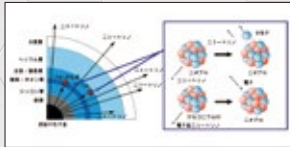
## 原子力と宇宙

### 核データ研究による革新的原子力システム

千葉敏 科学技術創成研究院

原子力においては安全性の追求とともに原子燃料

の高燃焼度化による効率的利用や、使用済み燃料中の長寿命放射性廃棄物の核変換処理法の確立が喫緊の課題です。革新的原子力システムの構築に必要な不安定原子核の核反応及び崩壊特性には未知な点が多く、その解明のため理論的な研究を進めています。この技術に応用し、宇宙における



重元素の起源や宇宙の進化に関する研究を進めています。

## 生物、細胞学

### 脳の運動制御・学習機構のモデル化とその応用

小池康晴 科学技術創成研究院

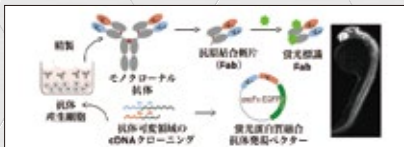
本研究では、「脳はどのように身体運動を表現しどのように制御問題を解いているのか」を解明することを目指し、運動課題中の脳波および身体運動信号から脳の計算理論を読み解く「計算論的脳身体イメージング法」なる新分野を開拓することを目的としています。人間は、生まれた時から、自律的に環境との相互作用によって知識を獲得しています。例えば、誰にも教えられることなく、手足が自由に動かせるようになり、道具を使い始め、言葉を喋るようになります。このようなことが行えるのは、脳の中に何かが獲得されたためです。このような人間の脳の機能を知り、コンピュータを使ってその機能を再現することを目指しています。高齢化が進み、何らかの障害を持ったとしても、新しいリハビリテーション手法や身体と一体化する補助器具などにより、生活の質を確保し、安全で安心して暮らせる社会の実現に向けて研究を進めています。



### 遺伝子発現制御の生細胞ダイナミクス

木村宏 科学技術創成研究院

多細胞生物では全ての細胞が同じ遺伝情報を持っていますが、個々の細胞では発現する遺伝子が異なり、それぞれ特殊な形態や性質を示します。抗体由来のプロープを用いて、生細胞内でのヒストン翻訳後修飾やRNAポリメラーゼの動態をイメージング解析し、遺伝情報が発現する仕組みの解明に取り組むと共に、国際ヒトエピゲノムコンソーシアムなど海外との共同研究にも参加しています。



## 研究における3つの重要な取り組みの最新の研究成果をご紹介します。

## 2. 研究ハイライト

## デザインとアート

### 領域を越境して科学技術・アート・デザインを探究する

野原佳代子、藤井晴行 環境・社会理工学院

デザイン分野、またアート・デザインと科学技術とのコラボで世界最先端の研究を行っています。野原は、「翻訳」をキーワードに、言語学、記号論、コミュニケーション論を使って学際的な研究教育を行っています。翻訳とはメディアを換えて表現し新しい価値を生み出すこと。「科学を感性で表現すれば新しいロジックのアートが生まれる。アート思考を入れると、科学もきつと次へ行く。」芸術家やデザイナー、編集者、ジャーナリスト、博物館、企業らと国際的にコラボし、科学とアート・デザインを結び新しい現場と理論を創出しています。藤井は、デザイン・科学および建築計画基礎・原論の領域の研究を行っています。「デザイン（設計）するとはどういうことか?」、「デザイン・マインドとはいかなるものごとか?」という問いを基底にして、認知科学、知能情報学、デザイン、芸術、哲学の専門家たちと実践的な活動をしています。デザインという行為を対象とする科学の方法、デザイン・マインドを涵養する方法を探究しています。



### 目の見えない人の「見方」に迫る

伊藤亜紗 リベラルアーツ研究教育院

目の見えない人が、聴覚や触覚、あるいは言葉を使いながら「見る」世界は、目が見える人が視覚でとらえる世界とは全く異なっています。当事者へのインタビューをもとに、その奥深さを研究し、「目の見えない人は世界をどう見ているのか」などの著作にまとめました。その成果をアートやスポーツの領域にも応用しています。また「視覚のない国をデザインしよう」というワークショップを開催し、「見えない人をサポートする」という福祉的な視点ではなく、「見えないという視点から社会をとらえなおす」試みを広げています。



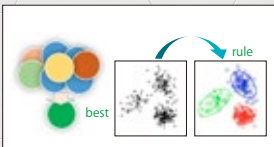
撮影＝朝原慎一郎 提供＝森美術館

## 政治と宗教

### 現代政治におけるナショナリズムと宗教

中島岳志 リベラルアーツ研究教育院

近年、世界各地で排外主義的なナショナリズムの高揚や宗教原理主義の台頭が見られます。この共時的な現象の論理やメカニズム、歴史的経緯を明らかにし、新たな共生社会のあり方を模索します。これまでの研究では、「①現代インドにおけるヒンドゥー・ナショナリズム研究」、「②近代日本の超国家主義研究」を基盤に、「③現代日本の右傾化問題」について考察してきました。これからも「信仰」と「愛国」という精神性・アイデンティティの問題が政治といかなる関係性を持つのかについて議論を進めていきます。

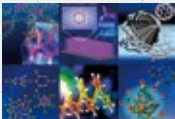


は異なっていることを明らかにしました。この成果は、原子1つ1つが識別可能な走査型トンネル顕微鏡(STM)と高品質薄膜作製装置を、大気に触れることなく連結した複合装置の独自開発によるものです。超伝導現象の起源や、電解質との界面がどのように形成されているのか理解が深まり、超伝導材料やリチウムイオン電池の特性向上が期待されます。

### 不可能を可能にする分子技術

福島孝典 科学技術創成研究院

分子の立体・電子構造、官能基などを戦略的に考え、新しい性質を示す有機・高分子を開発しています。また、自己組織化や表面・界面制御により、開発した分子群を目的的に精密集積化させる手法を開拓し、革新的ソフトマテリアル(柔らかい材料)を創製しています。単一分子から、二次元的な薄膜、三次元的な構造規則性を有する分子集合体など、多種多様な物質形態・状態を対象に、物質が示す新現象の探索とともに、従来技術では実現できなかった課題を解決する分子技術を開発しています。



## 数学、数理科学

### 表面張力によって動く界面の数理解析

利根川吉廣 理学院

特異点を含むネットワークなど、非常に一般的な任意次元の界面が表面張力によって動いていく、いわゆる平均曲率流の問題に対して、基礎的な一般解の存在理論と正則理論を確立しています。近年世界最先端の研究拠点において平均曲率流に関する集中的な講義を行っており、一連の研究成果に対する注目を集めています。界面の平均曲率流は結晶粒界運動のモデル問題でもあり、微分幾何や変分法、そして材料科学や画像解析に至る広い分野に関連する、学術的意義の高い研究トピックです。



ネットワークの平均曲率流

### コンピュータに「考えさせる」ための数理

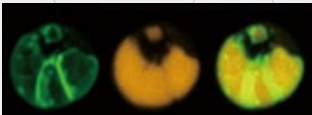
樺島祥介、山下真 情報理工学院

膨大な可能性の中から最善の策を見つけ出す。データを分析しその背後にある規則を抽出する。こうした「考える」課題を、少し前までのコンピュータは苦手としていました。しかし、将棋や囲碁での目覚ましい活躍が象徴するように、近年の人工知能技術に基づくコンピュータは「考える」課題についても著しい成果を挙げています。そうした飛躍的な技術発展を支える、コンピュータに「考えさせる」方法を数理的視点から研究しています。

### 植物や藻類の脂質研究から切り開く、光合成生物の進化研究と有用脂質生産構築

太田啓之 生命理工学院

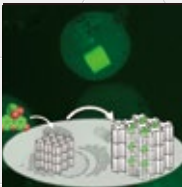
地球上に最も多量に存在する生体膜脂質といわれる植物葉緑体の主要糖脂質の合成酵素遺伝子を世界に先駆けて発見・同定し、その光合成における必要性やリン欠乏応答時の役割を初めて明らかにするなど、植物脂質研究の分野で先駆的業績を上げてきました。近年は、陸上植物に最も近い藻類の仲間といわれる車軸藻類のゲノムを世界で初めて解読し、車軸藻類が藻類でありながら細胞表層にワックス様の脂質成分を持つことを明らかにするなど、藻類に関わる独創的な研究を展開しています。特にこれまでの植物や藻類での基礎研究の成果をもとに、近年注目されている油脂高生産性藻類の油脂高蓄積機構の解明や、油脂合成能改変の基盤技術構築を行うなど、常に世界をリードする研究成果を生み出し続けています。



### タンパク質集合体の機能化手法の開発

上野隆史 生命理工学院

新しいタンパク質集合体の機能化手法の開発を行っています。具体的には、ケージ構造や、針状のタンパク質集合体、タンパク質結晶などを用い、合成化学やタンパク質工学、様々な測定手法を駆使して細胞内で行われる化学反応の理解や制御、タンパク質動的挙動を用いたバイオマテリアルの創成に取り組んでいます。近年では、細胞内で形成されるタンパク質結晶に着目し、酵素の鋳や分子フィルターの役割を果たすタンパク質結晶の合成に成功しました。また、金属とタンパク質との複合化による機能創成も行っており、生体関連化学から材料科学まで幅広い分野を網羅する研究成果を発信しています。

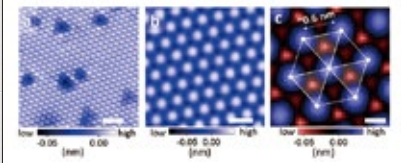


## 新材料

### スピネル型酸化物の原子観察に成功

一杉太郎 物質理工学院

超伝導材料や電池材料として知られているスピネル型酸化物LiTi<sub>2</sub>O<sub>4</sub>の表面の原子配列と電子状態を解明し、最表面にチタン原子が三角格子状に並んでいることや、表面の超伝導性が固体内部と





## ビッグデータ、AI

### 次世代のビッグデータに対応する スーパーコンピューティング技術

遠藤敏夫 情報理工学院、学術国際情報センター

超高並列アルゴリズム、次世代ビッグデータに向けたメモリ階層活用技術、機械学習の高速化・大規模化など、高性能計算（HPC）のためのソフトウェア基盤技術の研究開発を行っています。ゲノム解析の大規模処理、衛星による地球観測画像解析、分子や気象のシミュレーションなど、今後の科学技術の発展には高度なスーパーコンピューティング技術の重要性がますます高まっています。

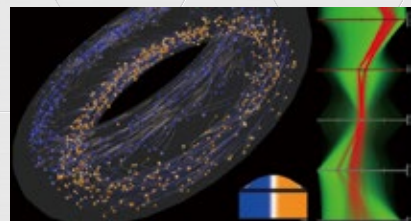


世界一の省エネスパコンTSUBAME3.0

### 次世代スパコンの 基盤ソフトウェア・アルゴリズム

横田理央 情報理工学院、学術国際情報センター

次世代スーパーコンピュータのための高速化アルゴリズムの開発を行っています。特に東工大のスパコンTSUBAME3.0に搭載されたGPU上で高速に動作する高演算密度で高並列なアルゴリズムを開発しています。大規模な流体シミュレーションや分子シミュレーションに用いられる階層的低ランク近似法や混合精度演算は近年盛んになっている深層学習の計算にも応用することができるため、科学技術計算と深層学習の両方の研究に取り組んでいます。



科学技術計算への応用

### 感情経験のデザイン： システムと人との 望ましいインタラクションの設計

梅室博行 工学院

ロボットやAIなど、システムがインテリジェントになればなるほど、人間はシステムをあたかも意図のある、ある種の「人格」を持ったエージェントとみなしてインタラクションをするようになります。道具や機械を使う時には人間は主に合理的に思考し合理的な評価をおこないますが、システムがインテリジェントになり「人格」を見出せるようになるほど、感情的な信頼や愛着など、システムとのつきあいから得られる感情経験が重要になってきます。ロボットや情報システムとのインタラクションの研究においては、エンジニアが心理学の専門家とチームを組むのは欧米ではすでに常識ですが、わが国ではまだエンジニアが人間のことを「想像」あるいは自分から類推してインタラクションを設計していることが多いようです。私たちのチームは人間の心理的特性の専門家として、より良い感情経験をもたらす技術の設計に貢献します。



### 量子アニーリング理論による 量子コンピュータの実現

西森秀稔 科学技術創成研究院

本研究室発案の量子アニーリングは、最適化問題と呼ばれる問題を解くための基本原理です。人工知能を支える機械学習の多くの課題が最適化問題であり、量子アニーリングは機械学習・人工知能の開発をさらに促進するための次世代



の情報処理技術として大きな注目を集めています。カナダのベンチャー企業D-Waveシステムズ社が量子アニーリングをハードウェアとして実装し、Google、NASAなどが次々に導入またはクラウドでの利用を開始しています。さらに、Googleや米国の大規模国家プロジェクトでも独自の量子アニーリングマシンの開発が始まるなど、東工大の研究に端を発する大きな流れが世界を動かしています。

## エレクトロニクス・通信

### 有機EL用透明酸化物半導体

細野秀雄 元素戦略研究センター

液晶に代わる有機ELディスプレイを高性能・長寿命化するためには、陰極からの電子の注入と発光層までの輸送を透明度が高く、高速で、しかも安定的に行う必要があります。空気中で安定な電子化物（電子が陰イオンとして働く物質）アモルファスC12A7:eとZnO-SiO<sub>2</sub>という2つの新しい透明酸化物半導体でこれを実現しました。本研究室で発明した透明酸化物半導体IGZOの薄膜トランジスタは、液晶ディスプレイだけでなく、大型有機ELテレビの駆動に使われています。これらの新半導体材料は、有機ELディスプレイの普及を液晶並みにすることに大きく貢献します。



### 室温動作の 超小型半導体テラヘルツ光源

浅田雅洋 科学技術創成研究院



電波と光の間にある約0.1～10 THz（テラヘルツ帯）の電磁波を、超高速無線通信やイメージング・分光分析などに応用するため、ナノ構造の一つである共鳴トンネルダイオード（RTD）を用い、室温で動作する小型半導体テラヘルツ光源を開発しました。室温電子デバイスでは世界最高周波数1.92THzの発振に成功し、56Gビット/秒のTHz無線通信のデモンストレーションを行いました。実用化に向け、アンテナとRTDの構造を最適化し、高周波化・高出力化や周波数可変光源の研究開発を行っています。

### フレキシブルな テラヘルツスキャナの開発

河野行雄 科学技術創成研究院

0.1～30 THzのテラヘルツ電磁波を、高感度かつ高解像度で検出できるテラヘルツスキャナを開発しました。カーボンナノチューブ検出

研究における3つの重要な取り組みの最新の研究成果をご紹介します。

2. 研究ハイライト

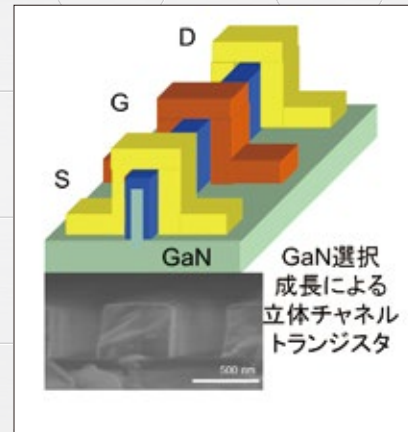
し、一つ一つの原子を顕微鏡測した様子です。当研究室では、冷却された原子の波としての性質を利用することで、超高感度の慣性センサを実現する研究も行っています。

## 新材料

### 新素材・プロセス技術で 半導体の限界を打破

筒井一生 科学技術創成研究院

近年、半導体業界で叫ばれているムーアの法則の限界に正面から取り組み、デバイスを構成する既存の材料・プロセス技術の限界を打ち破るための研究です。将来のエレクトロニクスを支える次世代デバイスに適用できるデバイス構造技術、その材料・作製プロセス技術を物理的な基礎メカニズムに戻って開発を進めています。主に、省エネルギー社会に必須の次世代パワー半導体デバイス分野で展開し、未来社会の飛躍の基礎を創っています。

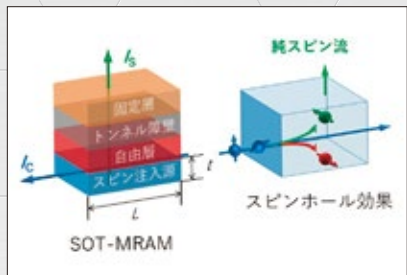


### トポロジカル絶縁体を用いた 超低消費電力SOT-MRAMの開発

PHAM NAM HAI 工学院

近年、消費電力が少ない不揮発性メモリの開発が盛んに行われています。中でも、磁気抵抗メモリ（MRAM）は大変有望視されています。MRAMは不揮発性に加えて、10 ns級の高速度動作、極めて高い耐久性（書き込み回数10<sup>16</sup>回以上）など、大変優れた特性を示します。現在製品化されている第二世代MRAMの書き込み技術として、スピン注入磁化反転法が研究開発され、2012年ごろから実際に製品に使われています。しかし、スピン注入磁化反転技術は書き込み電力が大いという欠点がありました。本研究では書き込み電力が小さい第3世代SOT-MRAMの実現に向けて、高い電気伝導性と強いスピンホール効果を示す純スピン注入源の研究を行いました。世界に先駆けて高い電気伝導率と同時に強いスピンホール効果を示すトポロジカル絶縁体の開発に成功、第2世代のMRAM技術よりも書き込み電流を1桁、書き

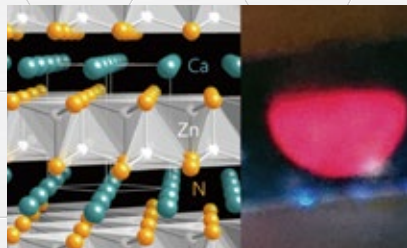
込み電力を2桁削減することに成功しました。今後、企業との共同開発で製品化を目指し、成功すればトポロジカル絶縁体の初産業応用となると期待しています。



### 赤く光る窒化物半導体を発見

大場史康、平松秀典、細野秀雄  
元素戦略研究センター

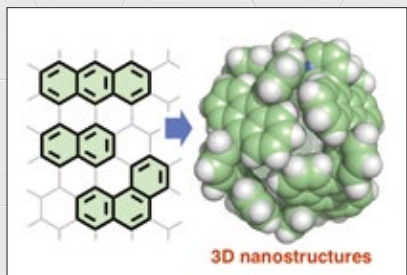
赤色発光デバイスや太陽電池への応用が期待できる新窒化物半導体を発見しました。窒化物は半導体としての応用に適した性質を持ちますが、現在利用されている窒化物半導体は希少元素を含んでいます。本物質は地球上に豊富に存在する元素のみを使い、これまでの窒化物半導体とは異なる性質を持つことから、利用範囲が大きく広がります。今回の材料探索は、材料科学と計算科学・データ科学の融合であるマテリアルズ・インフォマティクスの応用の成果です。



### ナノ空間をもつ 分子集合体の新デザイン

吉沢道人 科学技術創成研究院

性質の異なる化学結合を巧みに利用して、ナノサイズの空間をもつ様々な分子集合体を作製しています。例えば、カプセル型集合体では、その空間の大きさや形に適合した分子を効率的に取り込むことができます。取り込まれた分子は、空間内でのみ観測される特異な物性や反応性を発現しました。最近では、そのカプセルが天然の糖の混合物から、砂糖の主成分であるスクロース（ショ糖）のみを捕捉できることを発見しました。今後、デザインされたナノ空間を基盤とする産業や医療への応用が期待されます。





## 新材料

### 極めて高い活性を示す 固定化ロジウム触媒を開発

本倉健 物質理工学院

撥水剤・塗料等、様々な用途で利用されているシリコンの合成法の一つであるヒドロシリル化反応には、工業的に貴金属触媒が用いられます。この反応に極めて高活性を示す固定化ロジウム触媒を開発しました。触媒回転数（触媒1分子が目的とする反応を進行させた回数）が従来よりも一桁高い190万回に達しました。これにより、貴金属触媒の使用量を大きく減らし、シリコンの安定生産に貢献すると期待されます。

本研究で開発した触媒と既報との活性比較

|                                          | 反応時間             | 触媒回転数     |
|------------------------------------------|------------------|-----------|
| SiO <sub>2</sub> /Rh-NEt <sub>2</sub>    | 24               | 1,900,000 |
| MOF-Rh (論文 <sup>※1</sup> )               | 72               | 820,000   |
| SiO <sub>2</sub> /Rh (論文 <sup>※2</sup> ) | 10 <sup>※3</sup> | 200,000   |

※1 Sawano, T.; Lin, Z.; Boures, D.; An, B.; Wang, C.; Lin, W. J. Am. Chem. Soc. 2016, 138, 9783-9786.  
※2 Szubert, K.; Marcinek, B.; Dutkiewicz, M.; Potrzebowski, M. J.; Maciejewski, H. J. Mol. Catal. A Chem. 2014, 391, 150-157.  
※3 190回の触媒反応を10サイクル実施

### 2次元ナノシート表面に"整列"する ペプチドを開発

早水裕平 物質理工学院

グラフェン及び二硫化モリブデンの2次元ナノシート（厚さがナノメートルの単一層）の表面で自発的に規則正しくナノ構造を形成するペプチド（アミノ酸数が少ないタンパク質）を開発しました。このペプチドは、単層のグラフェン及び二硫化モリブデンの電気伝導特性を特異的に変調します。将来、ナノシートを使用した新たな機構を有するバイオセンサーの開発に繋がると期待されます。

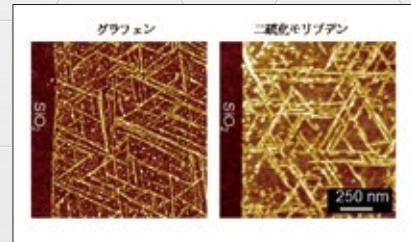


図. シリコン基板上の単層グラフェン(左)と単層二硫化モリブデン(右)の表面に形成された自己組織化ペプチドのナノワイヤ

## 環境・エネルギー技術

### 全固体リチウムイオン電池

菅野了次 科学技術創成研究院

従来のリチウム電池では、電流を流す役目を果たす「電解質」には液体が使われていましたが、その常識を覆し、電解質の固体材料化の可能性を示しました。固体化により可燃性が抑えられ、安定性が増します。また、低温

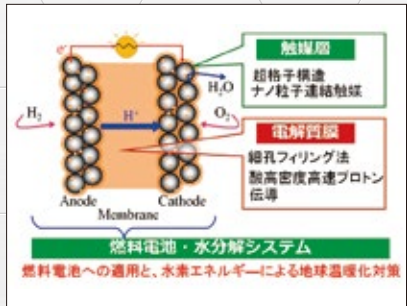
から高温まで幅広い温度領域で作動し、電流も通りやすくパワフルになります。急速充放電も可能になり、電池として非常に多くのメリットが得られます。今後、さらなる実用化に向けて、コストダウン等に取り組む計画です。



### 水素・燃料電池材料・機能膜の 設計開発

山口猛矢 科学技術創成研究院

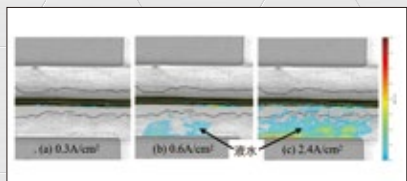
新しい機能材料を試行錯誤的に開発するのではなく、出口から考えて材料の機能を最適に設計し、開発しています。燃料電池材料では、常識にとらわれず、新しい発想で電解質膜や触媒および触媒層の設計・開発に成功し、燃料電池自動車への応用や、燃料電池の逆反応である水の電気分解による水素製造への展開を目指しています。生体システムから発想し、特定分子を認識・応答する機能膜の設計・開発にも成功し、病気の簡便診断を目指しています。



### 燃料電池内部の液水を計測し 高性能化をはかる

平井秀一郎、笹部崇、兒玉学 工学院

燃料電池は、次世代のゼロエミッション自動車用電源であり、走行時には水しか排出しないクリーンな車になる。しかし、その水が高性能化・低コスト化に弊害となる場合がある。これは燃料電池の生成する水が、燃料電池が必要とする酸素の供給を妨げるからであり、水を制御し、スムーズに燃料電池から排出することが求められている。我々は、X線の技術を応用し、光を透過しない中実な燃料電池の内部の液水がどのような挙動をとるのか、

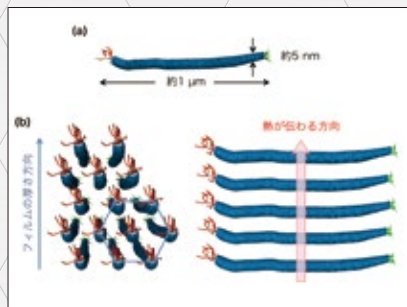


時々刻々変化する様子を計測することに成功した。図に示されているのは、燃料電池の電流を増加していった場合に、どのように水が生成し、挙動するかを捕らえたものである。この計測技術により、新しく開発される材料が液水挙動にどのような影響を与えるのかが評価可能となり、燃料電池の技術発展に大きく寄与する。

### ウイルスでできた熱伝導フィルム

澤田敏樹、芹澤武 物質理工学院

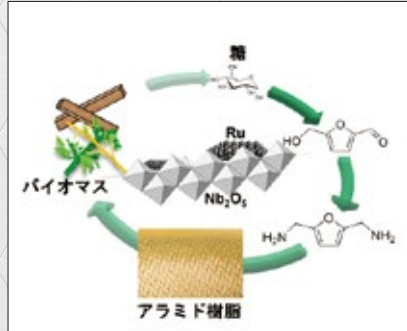
有機系高分子材料は一般に熱伝導性が低く、電気・電子機器の放熱材には適していないと見なされてきましたが、核酸の周りにタンパク質が規則的に集合化した高分子集合体である「繊維状ウイルス」で液晶性フィルムを作製することで優れた熱伝導材となることを見出しました。しかも、水溶液を円形のガラス上でただ乾燥させて生成される簡便なものでした。高い熱伝導性を持つ有機系高分子材料の作製方法の確立と、それに基づく新しい熱輸送の機構の解明に繋がると期待されます。



### 産業・環境問題を解決する 固体触媒

原亨和 科学技術創成研究院

液体触媒の機能を固体表面で実現すると、生成物との分離が容易になり、触媒の再利用が可能になります。炭から開発したカーボン固体触媒は既に実用化に成功し、従来の硫酸触媒の性能を凌駕します。また、固体酸化物触



媒を用いて植物などのバイオ材料からエタノールなどのバイオ燃料や樹脂を産出することにも成功しています。既存の触媒を新材料に置き換え、目的の化合物を効率的に産出して産業に貢献すると共に、環境問題の解決も目指します。

## 地震・災害対策

### 積層ゴム等様々な材料を利用した 制振・免震テクノロジー

笠井和彦 科学技術創成研究院 和田章 名誉教授

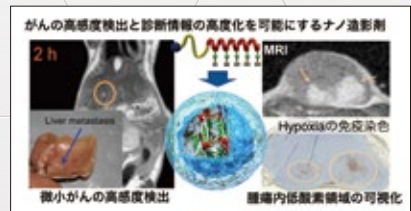
従来の建物構造の概念を覆して積層ゴム等を用いて地震動から建物を切り離し倒壊を防ぐ免震技術や、建物の揺れのエネルギーをダンパーという装置で熱に変えて揺れを制御する制振技術について、最先端の研究を行っています。

## 健康医療・障がい者支援

### 高分子デザインで 次世代の診断・治療薬を

西山伸宏 科学技術創成研究院

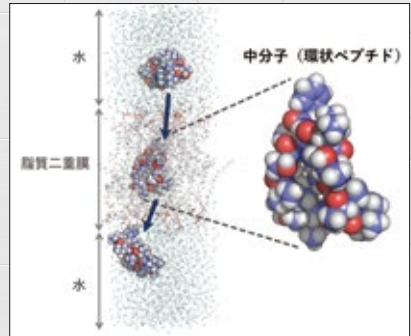
合成高分子をプラットフォームとして標的指向機能や環境応答機能等のスマート機能を搭載し、生体内で高度な機能を発現する疾患の診断・治療システムの開発を目指しています。具体的には、効果に優れ、副作用の少ない、がん治療、核酸医薬やバイオ医薬品の実用化、高感度な生体機能イメージング、医療機器との融合による超低侵襲治療等の実現、に向けた研究を行っています。すでに一部は臨床試験へと進んでおり、今後、これらの研究が医療・社会・産業におけるイノベーションを起こすことが期待されます。



### 化学系・生物学系研究者と 連携した中分子IT創薬研究

秋山泰、大上雅史 情報理工学院

中分子は安価な化学合成が可能でありながら、高分子に似た様々な利点を有しており、創薬の新たな主役になると期待されていま



す。薬剤標的分子の決定や、細胞膜透過性、体内持続性、毒性などの予測に、分子シミュレーションや機械学習等のIT技術を用いた知的な支援をすることで開発にかかる時間を大幅に短縮でき、新薬の速やかな産業展開が可能となります。生命理工学院等の教員と連携して、革新的な中分子創薬研究に取り組んでいます。

### 磁気浮上マイクロメカトロニクス で先進医療機器を開発

進士忠彦 科学技術創成研究院

電磁力によって物体を浮上・回転させる磁気浮上の超精密磁気軸受やマイクロ磁気軸受を用い、補助人工心臓を研究開発しています。血液を送り出すポンプの羽根車を、磁気軸受により非接触で支持することで、赤血球の破壊や血液の凝固を大幅に低減できます。体外設置型の遠心血液ポンプの動物実験では、ポンプ内部や腎臓、肝臓、脾臓において血栓が形成されることなく、2か月間の補助循環実験に成功しました。東工大と東京医科歯科大学との共同ベンチャーを核として実用化に取り組んでいます。



磁気浮上式補助人工心臓

### ソフトロボット学

鈴森康一、難波江裕之、田中博人 工学院、藤枝俊宣 生命理工学院

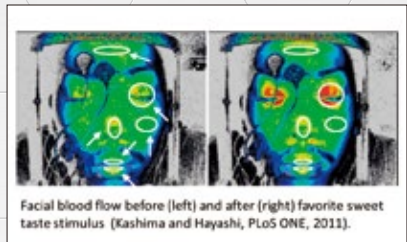
これまでのロボット学は、ひたすら、速度・力・精度・確実性を目指してきたと言えます。その結果産業界で優れた成果をあげてきたのですが、一方で、生き物がいとも簡単に行う「やわらかい」動き、例えば赤ちゃんをほどよい力かげんで抱きしめる、ということは今のロボットにはなかなかできません。近年、機械・電子工学、情報処理、材料科学、生物学、等、様々な分野で、「やわらかさ」を指向する新しい潮流が起きています。本研究では広い視点からこれらを融合し、融通・適応・好い力かげん、といった生体システムの価値観に基づく新しいロボット学の創成を目指しています。医療・介護分野や人間機械共存社会へのロボット展開を目指し、やわらかな身体、しなやかな動き、適応性のある知能の研究を進めています。



### 生理学を応用したヒトの計測評価 ～顔の血流反応から 味覚や情動を判別～

林直亨 リベラルアーツ研究教育院

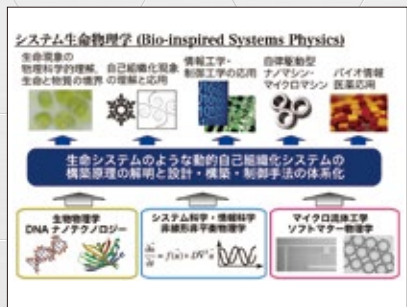
味覚に対する顔の表情変化が時代や文化、地域によらず類似するというダーウィンの記述をもとに、おいしいと感じると顔（まぶた）部の血流が増加するというように、基本味の嗜好度が顔面血流変化と関連することを2011年に発見しました。その後、複合味の影響についても同様の成果を報告し、産学連携を通して様々な味覚への応用をしています。また、マッサージローラー使用後に、使用部位のみの顔面血流が増加することを発見しました。循環系に関する生理学的な知見を活かして、食品、美容などの産業分野へ貢献しています。



### 分子コンピュータ・人工細胞・分子 ロボットの構築

瀧ノ上正浩 情報理工学院

生体内で情報保持・伝達に関与する分子であるDNA/RNAや機能発現に関与する分子であるタンパク質を利用して、生命システムで使われている物理化学的性質にとらわれず広い視野で分子を利用し、自律的な情報処理の仕組みをもった分子ロボットの開発を目指します。分子ロボットは、細胞内等超微小空間での分子計算や細胞の制御、体中からの健康状態モニタリングや、病気の患部へ直接薬を運ばせることなどが期待されています。









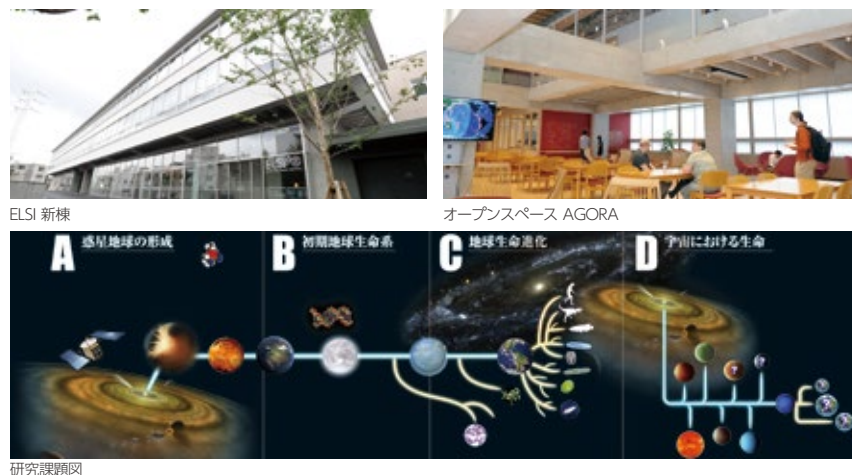
# 研究拠点組織

## 政府等の大型資金に基づき 世界最先端の研究を推進する組織

### 地球生命研究所 (ELSI)

所長：廣瀬敬

地球科学、生命科学、惑星科学分野のトップレベルの研究者を国内外から結集し「地球と生命の起源」を探ります。研究職員約60名のうちおよそ半数が外国人であり、所内では英語を公用語としています。事務室には外国人の日本での生活支援を担当する職員を配置し、また毎週、日本語教室も開催しています。文部科学省世界トップレベル研究拠点プログラム (WPI) 採択拠点。(2012年設置)  
<http://www.elsi.jp/>



研究課題図

### 元素戦略研究センター

センター長：細野秀雄

「石ころ」や「セメント」のようなありふれた物質から人類に役立つ革新的な材料を生み出すことを目標としています。文部科学省元素戦略プロジェクト<研究拠点形成型>における日本で唯一の電子材料領域拠点です。(2012年設置)  
<http://www.mces.titech.ac.jp/>



元素周期表の横と同数の窓を持つ新棟「元素キューブ」

原子分解能分析電子顕微鏡

### 地球インクルーシブセンシング研究機構 (EISESiV)

人と自然が共生していくための社会/地球の課題を、センシング技術と AI/IoT エッジ技術を用いて解決することを目標としています。地球上の自然、里山、社会、人に存在する今まで測ることができなかった・気づかなかった現象を含めてセンシングし、解釈可能な情報は私たちに関わりのある情報として人々に提供し、自然と私たちを一つの有機体として捉えて人にフィードバックします。人々の自発的な行動を促すことで、互いに助け合う共助の社会の実現と地球環境との共存共栄を目指します。文部科学省センター・オブ・イノベーションプログラム (COI) 採択拠点  
<https://www.coi.titech.ac.jp/>



# 理学院

## 3. 研究院、学院等

## 真理を探究し知を創造する

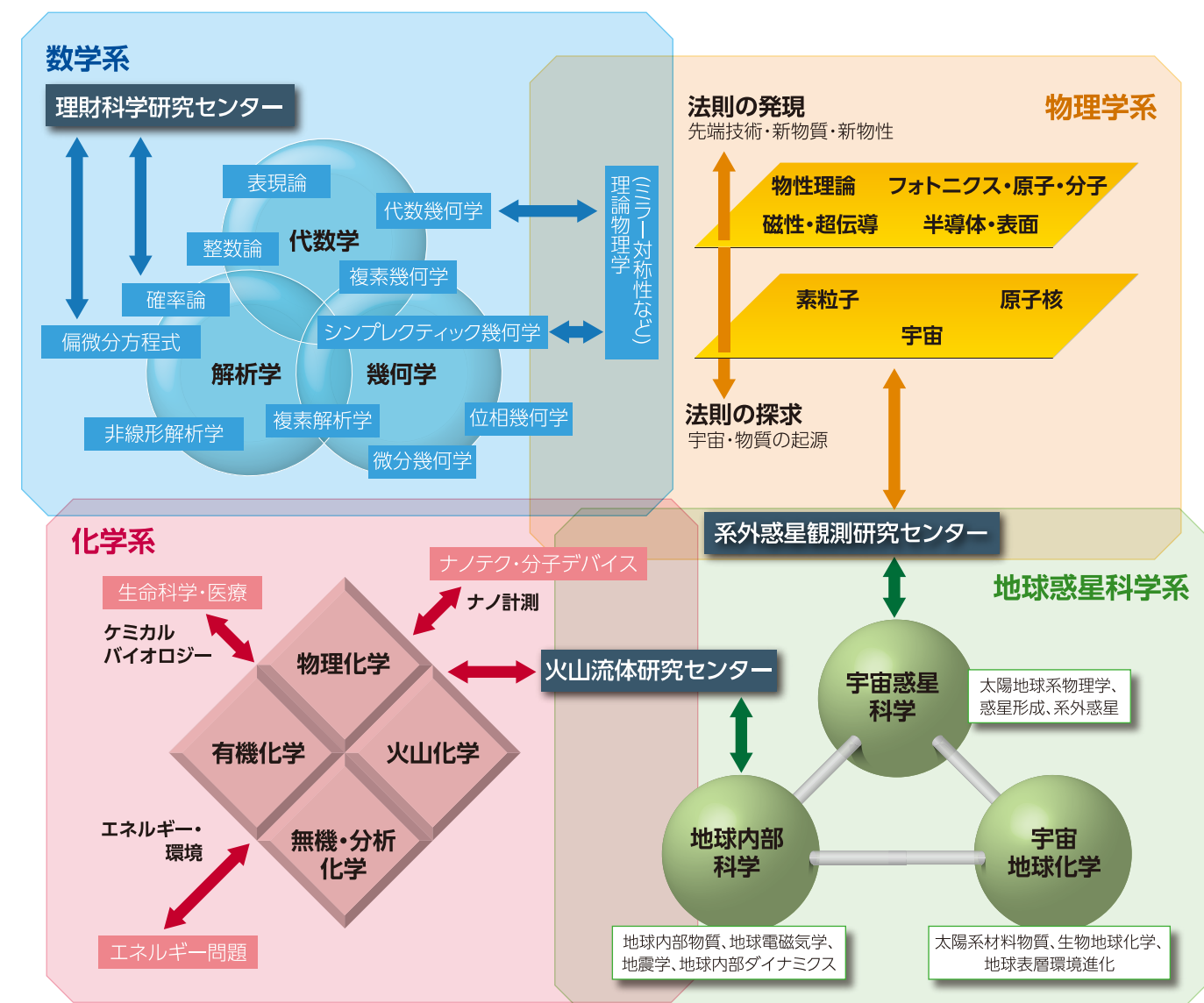
理学院は数学系、物理学系、化学系、地球惑星科学系の4つの系からなり、人類の知の文化としての理学を継承・発展させ、さらに自然科学の最先端を切り拓く研究を先導・展開することを目的に研究活動を行っています。理学の研究は、すぐには人類の生活に還元されないかもしれませんが、これまで生み出されてきた概念や知見は、人類の知的文化を豊かにするだけでなく、多くの場合10年以上の時間を経て社会や自然の問題の解決に寄与しています。

| DATA          | 2018年5月1日現在 |
|---------------|-------------|
| 常勤教員 (外国人教員)  | 142人 4人     |
| 非常勤教員 (外国人教員) | 28人 6人      |
| 研究員           | 23人         |
| 全学生数 (留学生)    | 760人 36人    |
| 学士課程 (留学生)    | 296人 9人     |
| 修士課程 (留学生)    | 346人 11人    |
| 博士後期課程 (留学生)  | 118人 16人    |

### 構成と研究分野

|         |                               |
|---------|-------------------------------|
| 数学系     | ■解析学 ■幾何学 ■代数学                |
| 物理学系    | ■素粒子 ■原子核 ■宇宙 ■物性 (理論、実験)     |
| 化学系     | ■物理化学 ■有機化学 ■無機化学 ■分析化学 ■火山化学 |
| 地球惑星科学系 | ■宇宙地球化学 ■宇宙惑星科学 ■地球内部科学       |

### 研究への取り組み





## 新産業開拓と文明に貢献する総合的工学知

工学は、人類を幸せにするための枠組である「文明」に貢献する学問です。工学院は、機械、システム制御、電気電子、情報通信、経営工学などの技術分野を対象としています。各技術分野における基礎学問の深化を目指した基盤研究はもちろんのこと、未来の人類社会における課題を見据えた系横断のグループを設置して異分野融合による研究を推進しています。特に産業界からの具体的なニーズに対しては、産学連携室が各課題に最適な教員群からなる研究チームを構成して解決に当たります。これらにより、再生/省エネルギー技術、多様時空間システムの制御、人の五感を活用できる革新的なインターフェース機器や情報通信網等、さまざまな社会課題を解決し新産業を開拓する技術開発を進めています。

### 構成と研究分野

|         |                                                                                                                                                                                          |
|---------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 機械系     | <ul style="list-style-type: none"> <li>■ エネルギー ■ 燃料電池 ■ マイクロ・ナノ流体 ■ 乱流・燃焼 ■ 先進製造・機能材料 ■ 機能創出加工 ■ 機械システム ■ ロボット ■ アクチュエータ ■ 医療・福祉機器 ■ 感性工学 ■ 振動・騒音 ■ 航空宇宙工学</li> </ul>                    |
| システム制御系 | <ul style="list-style-type: none"> <li>■ 制御理論 ■ 計測理論 ■ コンピュータビジョン ■ 超音波計測 ■ ネットワーク制御 ■ 生物機械融合システム ■ スポーツ工学 ■ エネルギー変換制御</li> </ul>                                                        |
| 電気電子系   | <ul style="list-style-type: none"> <li>■ 電子デバイス ■ 電子材料・物性 ■ 波動通信 ■ 回路システム ■ 電力エネルギー ■ 電力変換装置 ■ 電磁アクチュエータ ■ 量子センサ ■ バイオセンサ ■ スピントロニクス ■ グリーンデバイス ■ フォトニクス ■ 集積回路 ■ プラズマ ■ アンテナ</li> </ul> |
| 情報通信系   | <ul style="list-style-type: none"> <li>■ 通信 ■ 信号処理 ■ VLSI・計算機 ■ 人間情報システム ■ 通信ネットワーク・セキュリティ ■ 無線給電 ■ 自律分散ネットワーク ■ クラウドコンピューティング ■ 人間協調型AI ■ 機械学習 ■ ビッグデータ解析 ■ 感覚センシング</li> </ul>          |
| 経営工学系   | <ul style="list-style-type: none"> <li>■ インダストリアル・システム ■ 人間中心型システム ■ オペレーションズ・マネジメント ■ OR ■ 数値情報技術 ■ 企業ガバナンス ■ 経営戦略・マーケティング ■ ヒューモノミクス ■ 数量経済学 ■ ゲーム理論・実験経済学 ■ マクロ・計量経済学</li> </ul>      |

### 研究への取り組み



## 地球の生き物と共生する物質文明の創造

材料系と応用化学系の2つの系から成る物質理工学院は、物質の構造・物性の理解に基づいた機能創成を行い、ダイナミックな物質の化学変化を操る原理・手法を創出する研究者・技術者を育てていくことを目指しています。また、世界トップレベルの研究者が相互に交流・協力し、全ての物質を対象とし、環境・エネルギー・資源・安全・健康の課題解決という目標に向かって若人を育成する揺り籠であり、夢に燃える彼らと共働する道場です。

|              |             |
|--------------|-------------|
| DATA         | 2018年5月1日現在 |
| 常勤教員(外国人教員)  | 152人 5人     |
| 非常勤教員(外国人教員) | 29人 6人      |
| 研究員          | 33人         |
| 全学生数(留学生)    | 1,456人 197人 |
| 学士課程(留学生)    | 387人 11人    |
| 修士課程(留学生)    | 847人 102人   |
| 博士後期課程(留学生)  | 222人 84人    |

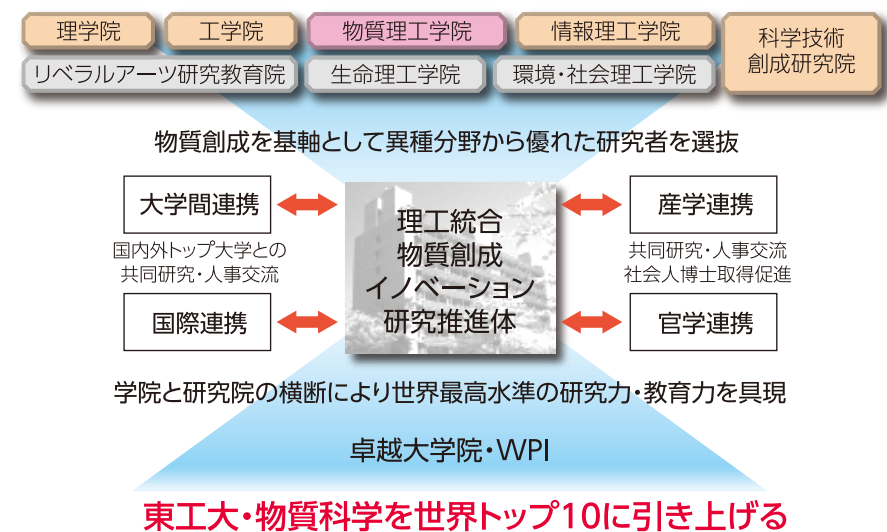
### 構成と研究分野

|       |                                                                                                               |
|-------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 材料系   | <ul style="list-style-type: none"> <li>■ 金属 ■ 有機材料 ■ 無機材料 ■ エネルギー ■ ライフエンジニアリング ■ 原子核工学</li> </ul>            |
| 応用化学系 | <ul style="list-style-type: none"> <li>■ 高分子科学 ■ 化学工学 ■ 応用化学 ■ 化学環境学 ■ エネルギー ■ ライフエンジニアリング ■ 原子核工学</li> </ul> |

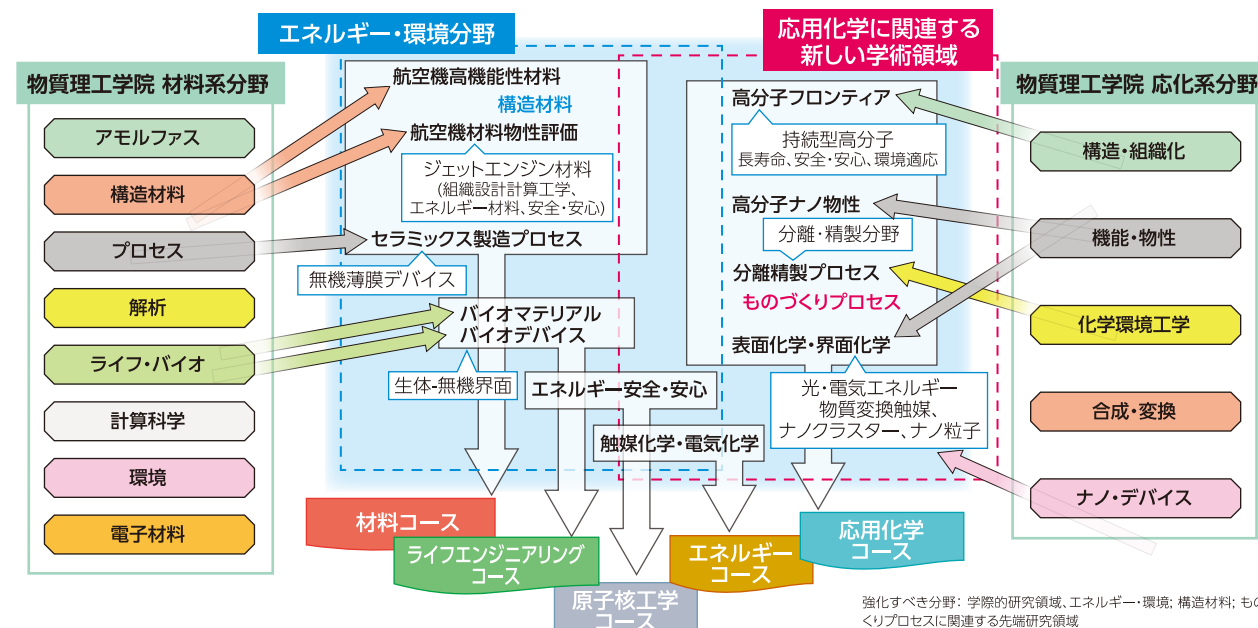
### 研究への取り組み

物質理工学院は、材料系と応用化学系の2つの系から構成され、日本の産業構造の中で、非常に強力なかつ将来、この国の産業として欠くことのできない物質を扱っていく教育及び研究の中心を担う組織です。さらに、物質理工学院内に、「産学官連携共同教育」や「産学官連携共同研究」、「国際共同教育・研究」、「異分野融合共同研究」といった各プロジェクトを、材料系と応用化学系という二つの系間を跨って立ち上げるために「理工統合物質創成イノベーション研究推進体」という新しい組織体を設置いたしました。物質理工学院の教員から、選出してそれぞれに配置し、学院内の教育新体制整備、研究アクティビティの向上を目指します。

### 理工統合物質創成イノベーション研究推進体



### 理工統合物質創成イノベーション研究推進体



強化すべき分野: 学際的研究領域、エネルギー・環境; 構造材料; ものづくりプロセスに関連する先端研究領域



## 情報社会の未来を創造する

「情報」はとらえどころのない対象です。その情報を見たり、分析したり、私たちが活用できるようにするために、高度な数学理論、高性能コンピュータの技術、人工知能等、数多くの研究が進められてきました。現在、多くの「情報」がコンピュータで処理できるようになり、より効率的に使えるようになってきています。けれども、「情報」とそれを処理するための計算に関しては、明らかにすべき真理や開発すべき技術が、まだ数多くあります。思いもつかなかった応用も沢山あるはず。情報理工学院では社会に貢献できる情報科学技術を目指し、「情報」に関する真理の探究と革新的な技術の開拓を進めていきます。

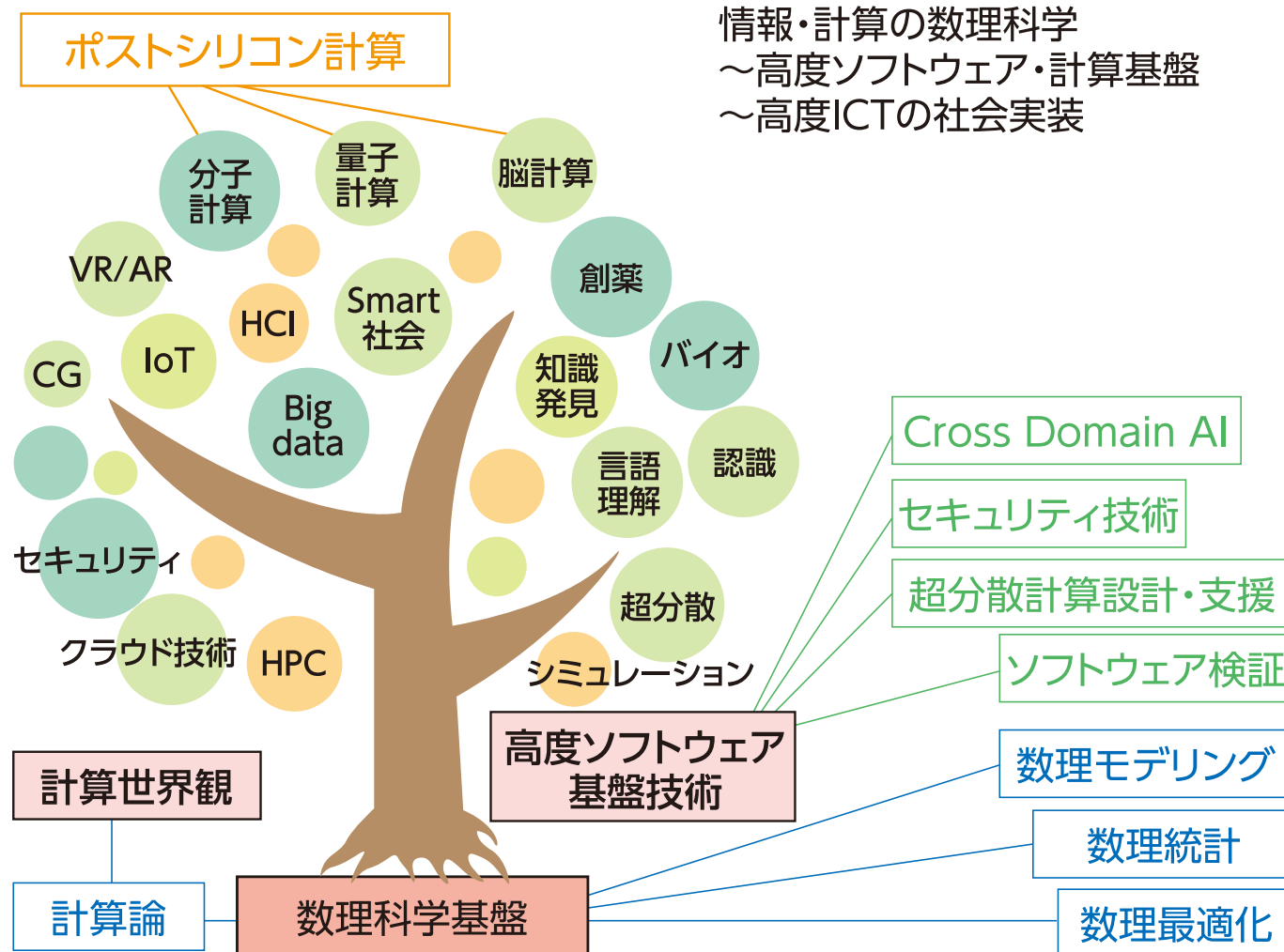
### 構成と研究分野

|          |                                                                                                                          |
|----------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 数理・計算科学系 | ■数理モデリング ■数理統計学 ■アルゴリズム設計 ■プログラミング言語<br>■ブロックチェーン ■ソフトウェア開発環境 ■高性能計算 ■サイバーセキュリティ<br>■数理最適化 ■情報可視化 ■分散システム ■トポロジー ■偏微分方程式 |
| 情報工学系    | ■人工知能 ■自然言語処理 ■音声・画像認識 ■システム制御 ■データマイニング<br>■分子シミュレーション ■並列計算 ■ヒューマン・インタフェース<br>■バーチャル・リアリティ ■データベース ■IoT ■バイオインフォマティクス  |

### 研究への取り組み

## 情報社会の未来を築く幅広い分野

情報・計算の数理科学  
～高度ソフトウェア・計算基盤  
～高度ICTの社会実装



## 3. 研究院、学院等

## スマートバイオ ～ライフサイエンスとバイオテクノロジーの融合を推進し、ライフ・イノベーションの知の協創拠点をめざす～

超スマート社会（第5期科学技術基本計画）の実現には、ライフサイエンス研究の発展に基づいた社会ニーズに対応できるバイオテクノロジー、つまりスマートバイオ技術の創造が重要です。生命理工学院では、「生命科学」の強力な基礎研究を基盤とし、「生命分子科学」と「生命工学」研究を「生命情報科学」と融合させ新しいスマートバイオ技術を創造する教育研究を推進しています。さらに、社会連携を通じてライフ・イノベーションの知の協創拠点をめざします。

### 構成と研究分野

|        |                                                                                                                                                                                                         |
|--------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 生命理工学系 | ■生体高分子 ■医薬品化学 ■ケミカルバイオロジー ■細胞機能解明・制御技術<br>■疾患発症メカニズム・治療法開発 ■バイオマーカー ■発生・再生 ■脳科学・神経科学<br>■バイオイメージング ■バイオインフォマティクス ■分子デバイス ■遺伝子工学 ■タンパク質工学<br>■微生物工学 ■バイオマテリアル ■バイオセンサー ■分子計測技術 ■生体触媒 ■植物科学<br>■バイオマス ■進化 |
|--------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

### 研究への取り組み

## 生命理工学院における研究の推進

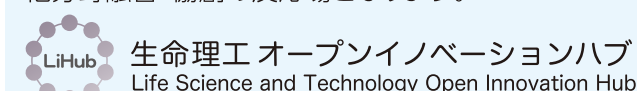
基礎から応用、基盤から革新的な研究まで幅広く推進しています。

下図は、所属する教員の研究内容をキーワードであらわしたものです。



## 生命理工学院における産学連携・社会連携の推進

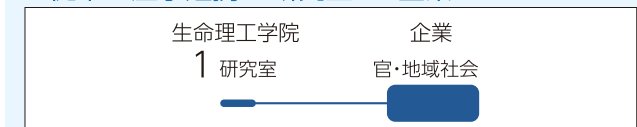
ライフイノベーションの知の拠点として、他分野融合・協創の反応場となります。



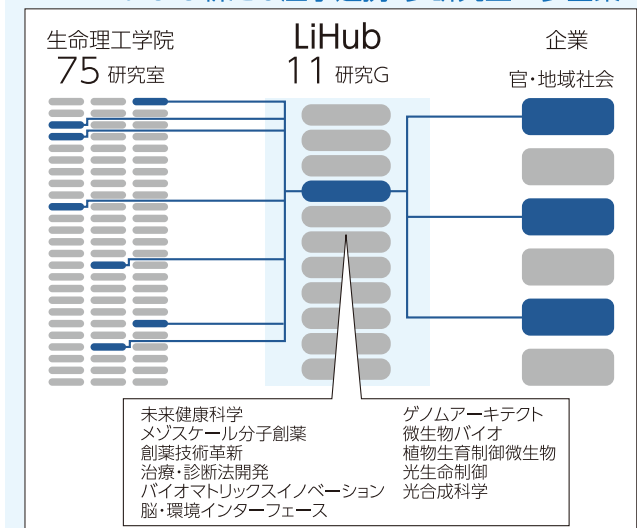
### LiHub参画のメリット

- 生命科学産業の最先端国際動向の情報収集
- 新規事業立ち上げのための若手人材発掘・育成
- 未開拓新事業・次世代産業領域の探索
- 異業種他産学とのネットワーク形成
- 自社保有技術を基とするコア技術の強化

### ■従来の産学連携：1研究室－1企業



### ■LiHubによる新たな産学連携：多研究室－多企業





## 文理共創型学院として、人と社会に関わる複合的な課題解決に挑戦し、世界の包摂的かつ持続的発展に貢献

人類と社会の持続的な発展のためには、理工学に加えて人文社会科学の知識を広く学び、それらを応用・展開するとともに、新たな学術・技術を創生していくことが求められています。そのため、環境・社会理工学院は、建築学系、土木・環境工学系、融合理工学系に加えて、大学院に社会・人間科学系、イノベーション科学系ならびに技術経営専門職学位課程を設置して、文理共創型の学院としてグローバル化社会への貢献を目指しています。

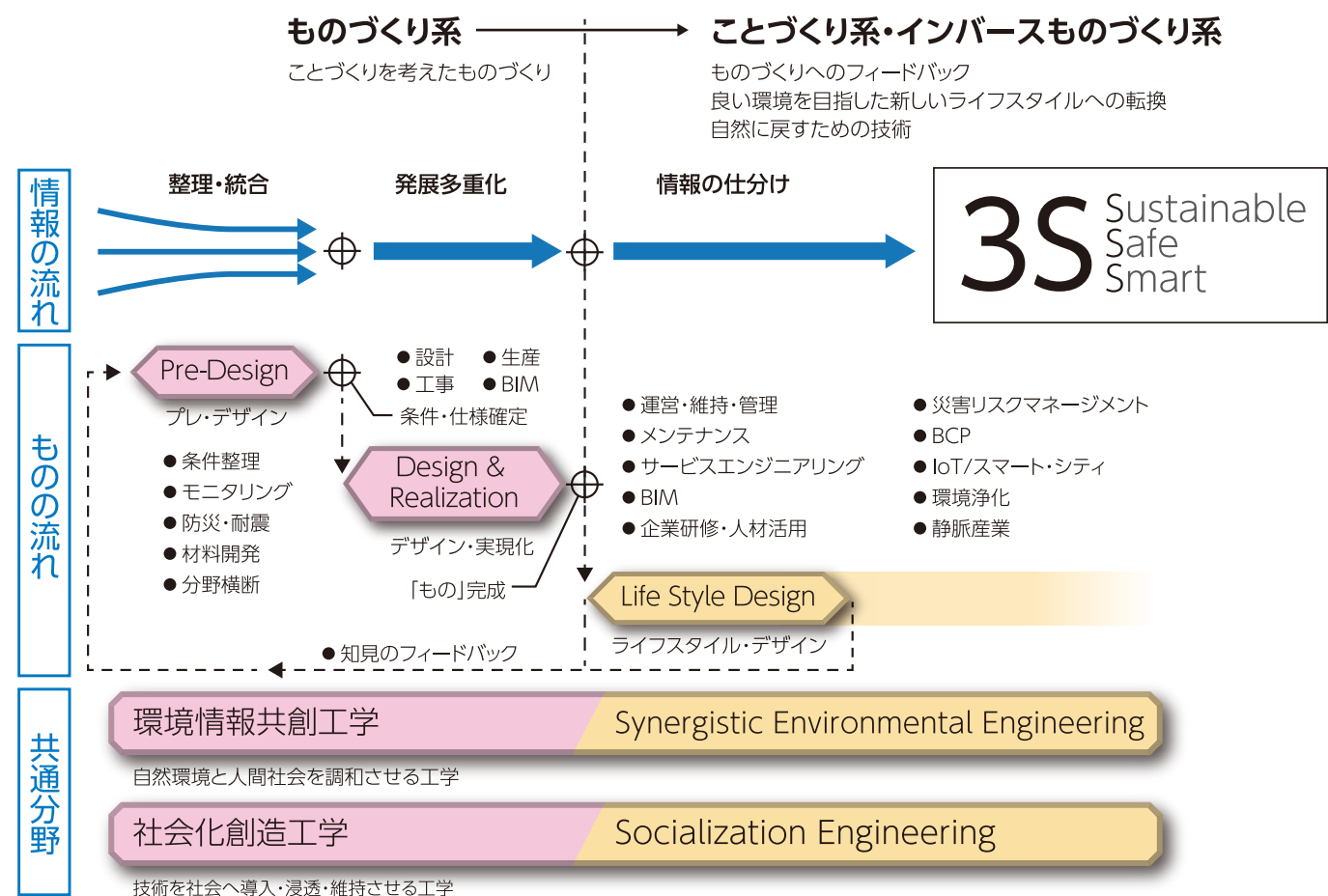
|              |             |
|--------------|-------------|
| DATA         | 2018年5月1日現在 |
| 常勤教員(外国人教員)  | 119人 5人     |
| 非常勤教員(外国人教員) | 68人 7人      |
| 研究員          | 22人         |
| 全学生数(留学生)    | 1,289人 357人 |
| 学士課程(留学生)    | 300人 61人    |
| 修士課程(留学生)    | 772人 196人   |
| 博士後期課程(留学生)  | 217人 100人   |

### 構成と研究分野

|            |                                                            |
|------------|------------------------------------------------------------|
| 建築学系       | ■ 建築デザイン ■ 建築サステナビリティ ■ 建築エンジニアリング<br>■ 建築 PM ■ 都市空間マネジメント |
| 土木・環境工学系   | ■ 次世代インフラ・空間 ■ 持続可能社会システム<br>■ 社会安全システム ■ 都市空間マネジメント       |
| 融合理工学系     | ■ 人・社会システム ■ 環境・自然システム<br>■ もの・人工システム ■ 統合・調和システム          |
| イノベーション科学系 | ■ 知的・技術的価値創造 ■ 経済的価値創造 ■ 社会的・公共的価値創造                       |

### 研究への取り組み

世界の包摂的かつ持続的発展に貢献するために、自然環境と人間社会を調和させるための工学、技術を社会へ導入・浸透、維持させる工学を展開し、ものづくり、ことづくりに加えて、人工物を自然に戻すための技術開発も含めて総合的に研究を進めます。



## リベラルアーツのロゴス、パトス、エトスにより、根源的・倫理的・説得的に理工学知をまとめ、「違う未来」を見つける

リベラルアーツ研究教育院では、人文・社会科学を中心に、幅広い文理横断分野の研究が行われています。そこでは、人智の新しい地平を開拓し、よりよき生を構築するために、人とはなにか、世界とはなにかについて考究しています。同時に、志ある理工学知を社会に実装するためのシンクタンク的な役割を担っており、東工大発の大型研究プロジェクトにも貢献しています。

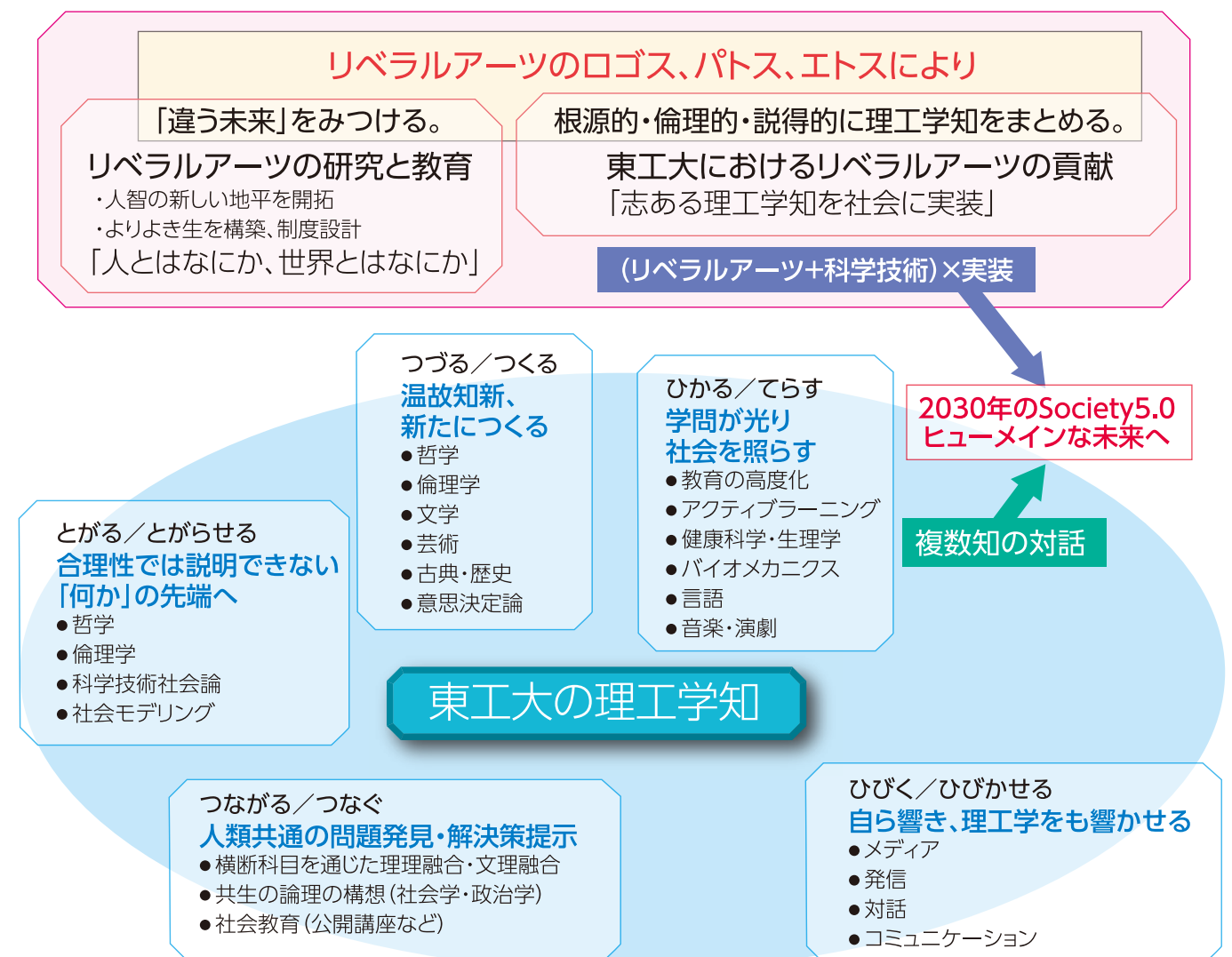
|              |             |
|--------------|-------------|
| DATA         | 2018年5月1日現在 |
| 常勤教員(外国人教員)  | 53人 5人      |
| 非常勤教員(外国人教員) | 3人 0人       |

### 構成と研究分野

リベラルアーツ研究教育院は全学の学部1年生から博士後期課程にいたる教養教育を担当しています。文系教養、英語教育、第二外国語教育、ウェルネス、教職、留学生のセクションに分かれつつも、学部入学直後の「立志」教育や、修士でのリーダーシップ教育、博士後期課程での社会的課題に対する学際的研究教育では、専門分野を超えた教育を展開しています。研究分野はセクションにとどまらず、語学教育担当者が芸術の研究をする、文系教養担当者が数理モデルを扱うなど、多種多様な研究分野を隙間なくカバーしています。個々の分野については、図に示された研究分野を参照してください。理工系の知識と社会とを俯瞰し、よりよき生を構築するための橋渡し役となるような役割も担いつつあります。

### 研究への取り組み

#### 将来構想





東工大ハンドブック J E



データブック 2018-2019 J E



入学案内 2019 J



顔 東工大の研究者たち J E



Tokyo Tech Research 2019-2020 東工大の研究力 J E



産学連携 J E



東京工業大学博物館・百年記念館 J E



科学技術創成研究院 J E



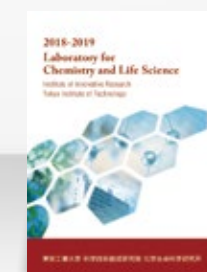
FIRST 2018 未来産業技術研究所 J/E



Laboratory for Materials & Structures 2018 フロンティア材料研究所 J/E



2018-2019 Laboratory for Chemistry and Life Science 化学生命科学研究所 J E



OVERVIEW of LANE 先導原子力研究所要覧 J/E



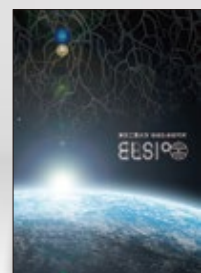
先進エネルギー国際研究センター J E



研究ユニット J E



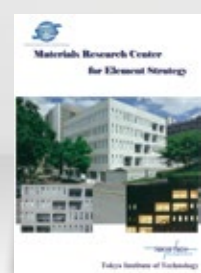
東京工業大学 地球生命研究所 ELSI J E



ELSI: 地球と生命の起源に迫る J E



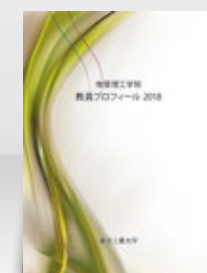
Materials Research Center for Element Strategy 元素戦略研究センター E



工学院 J E



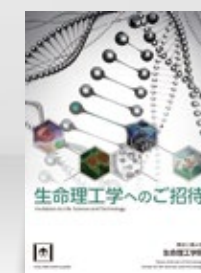
Professor Profiles 2018 物質理工学院 J E



情報理工学院 2018 J



生命理工学へのご招待 J E



リベラルアーツ研究教育院 J



環境・社会理工学院 建築学系 J



環境・社会理工学院 土木・環境工学系 J



環境・社会理工学院 融合理工学系 J/E



環境・社会理工学院 イノベーション科学系 J



理学院 J



理学院 数学系 J



理学院 化学系 J



理学院 地球惑星科学系 J



学術国際情報センター J E



Guide to EEI 環境エネルギーイノベーション棟 J E



イノベーション研究推進体 J





# CAMPUS LOCATION & ACCESS



## すずかけ台キャンパス

〒226-8503 神奈川県横浜市緑区長津田町 4259  
すずかけ台駅（東急田園都市線）徒歩 5 分

## 大岡山キャンパス

〒152-8550 東京都目黒区大岡山 2-12-1  
大岡山駅（東急大井町線・目黒線）徒歩 1 分

## 田町キャンパス

〒108-0023 東京都港区芝浦 3-3-6  
田町駅（JR 山手線・京浜東北線）徒歩 2 分



**東京工業大学**  
Tokyo Institute of Technology

国立大学法人 東京工業大学  
研究・産学連携本部  
2019年3月発行 ©2019 東京工業大学  
[www.titech.ac.jp](http://www.titech.ac.jp)