



科学技術創成研究院

Institute of Innovative Research



## 科学技術創成研究院

# ごあいさつ

東京工業大学は、学内の研究体制を再構築し、2016年4月1日、最高峰の基礎研究、応用研究、開発研究の推進をミッションとする新たな組織として、約180名の教員を擁する科学技術創成研究院 (IIR: Institute of Innovative Research) を創設しました。研究院は、大規模な研究組織である研究所、中規模の研究センター、小規模のチームで最先端の研究を行う研究ユニットが設置されているのが特徴であり、初代 益一哉院長、二代目 小山 二三夫院長、三代目 久堀 徹院長のもとで研究力を伸長させてきました。

そして、不安定な国際情勢に加えて、COVID-19が依然猛威を振るう中で、新年度を迎えました。こうした時こそ科学技術創成研究院は、179名の常勤教員、11名の常勤事務職員 (所属は学院等事務部)、154名の非常勤教員、185名の非常勤職員、1,155名の指導学生 (いずれも2021年4月1日現在) とともに、指定国立大学の研究組織として世界と向き合い、基礎研究、応用研究、開発研究を推進していきます。また、アカデミアとして基礎研究を推進し、若手研究者を育成する基礎研究機構の活動、社会課題即応研究を進める一環として、COVID-19からの脱却を目指す研究者が自主的に研究を進めている脱コロナ禍研究プロジェクトの活動にも注力致します。

研究院の運営にあたって、三つのことを大切にします。まず自由です。研究の原点は研究者の自由な発想にあります。一人の研究者の持つ興味から生まれた研究成果が歴史を動かしてきた例は枚挙に暇がありません。研究所等の組織自体でさえ、向かう方向は自由に選択することができます。第二に挙げるのは自律です。自由に研究を行い、同時に息の長い基礎研究を守り育てるには組織として自律していることが求められます。将来的には研究に係る部分について、財務的に自立した研究組織として運営することが理想です。そして最後に、研究院は笑顔を届ける組織でありたいと願います。実験失敗の連続の先に新事実を発見したときの笑顔、研究プロジェクトが採択になった時、無事に終わった時、大学発ベンチャーを作り上げた時の笑顔、異分野交流で新たな気づきを得た時の笑顔、教職員と学生が皆で語らう時の笑顔 (今はできませんが)、そうした笑顔の総和が、研究院の活動目的である、研究成果とともに幸せを社会へ届けることに繋がると信じます。

今後とも、研究院の活動へのご指導ご鞭撻を頂きますよう、どうぞ宜しくお願い致します。

Freedom, Autonomy and Smiles @ Institute of Innovative Research.

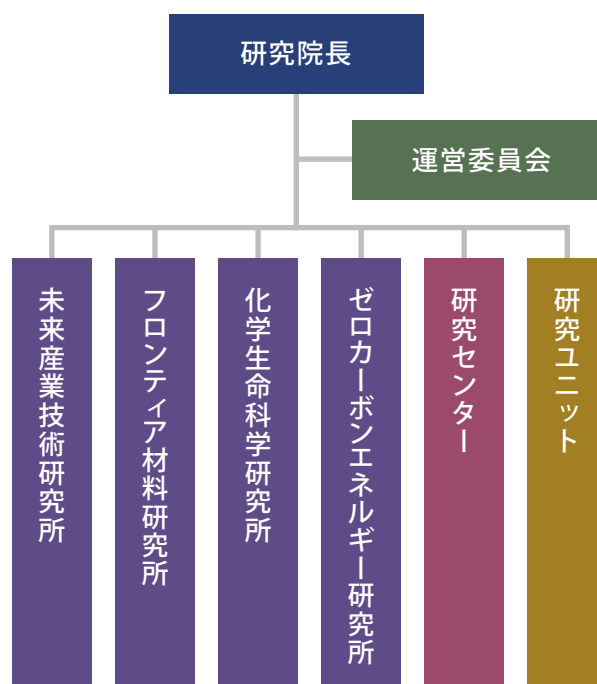


東京工業大学  
科学技術創成研究院 研究院長

教授 **大竹 尚登**

## 概要

科学技術創成研究院は、教員が研究に専念できる環境を整備し、その能力を最大限に引き出すこと、および、学内外、国内外の機関との活発な連携と人事交流で組織を超えた柔軟な研究グループの構築を可能にし、成果の社会実装を推進できる仕組みを提供することで、知の結集を図り、革新的な科学技術を開拓し、新たな研究領域の創出と人類社会の課題解決、将来の産業基盤の育成を強く意識した世界トップレベルの研究創出を使命とします。



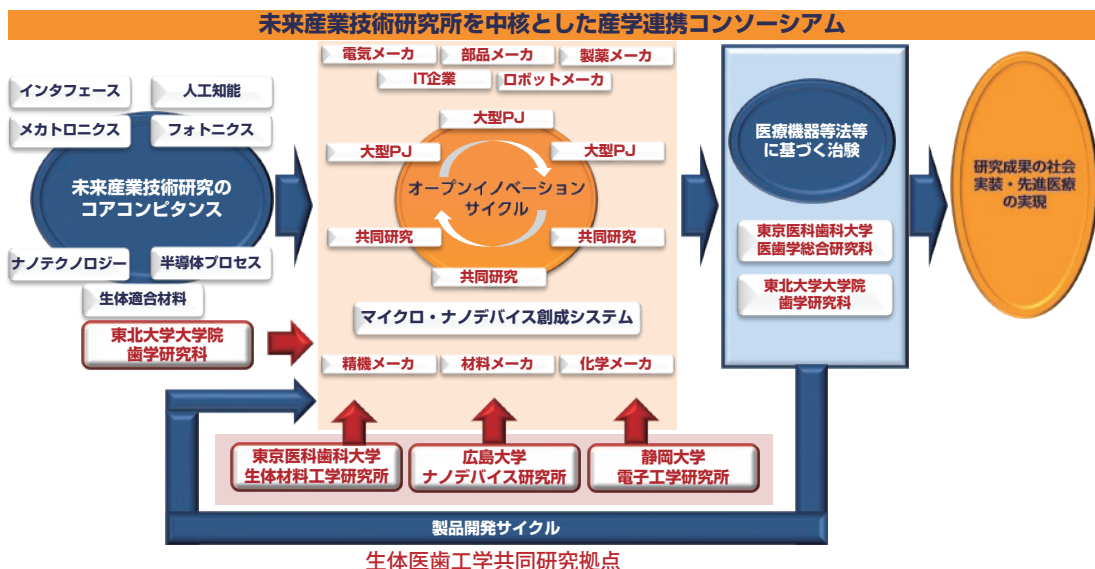
# 未来産業技術研究所

機械工学、電気電子工学、材料工学、情報工学、環境工学、防災工学、社会科学、化学工学、物理工学等の異分野融合により、その時代に適応する新たな産業技術を創成し、豊かな未来社会の実現に貢献する。理工学研究分野を中心に工業社会学、経済学、法学等、人文社会学分野をも含めた異分野融合研究を展開すると共に、「豊かな未来社会の実現に貢献する新たな産業技術を創成する科学技術研究」を研究対象領域とする。



## 生体医歯工学共同研究拠点

東京工業大学未来産業技術研究所、東京医科歯科大学生体材料工学研究所、広島大学ナノデバイス研究所、静岡大学電子工学研究所により構成された「生体医歯工学」を研究対象とする異分野連携ネットワーク形研究拠点であり、各研究所の強みをそれぞれの大学全体の機能強化に活用すると共に、国内外の研究者コミュニティと共同研究を展開し、医療・健康・バイオ領域の学際的連携研究の研究成果を広く社会実装する。





### 知能化学研究コア

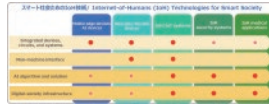
脳の情報処理の数理的解明とその応用／ヒューマンインタフェースとバーチャリアリティ／ヒューマン嗅覚インターフェイス／自然言語処理と計算言語学／人工知能とヒューマンマシンインタラクション



要素臭と嗅覚ディスプレイによる香り再現

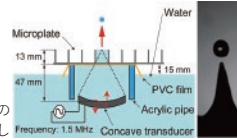
### 情報イノベーション研究コア

集積デバイス・回路・システム／マン・マシンインタフェース／AIアルゴリズム・ソリューション／デジタル社会インフラ



### 電子機能システム研究コア

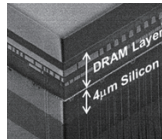
電子デバイス・集積システム／光・超音波、プラズマ



集束超音波による微小液滴の定量打ち出し

### 異種機能集積研究コア

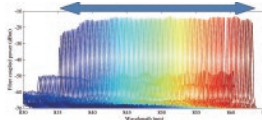
集積回路・RF CMOS回路／ワイヤレスセンサネットワークシステム／異種機能集積設計プラットフォーム／集積化CMOS-MEMS技術／スウォーム・エレクトロニクス／サイバーフィジカルシステム／テラバイト三次元大規模集積／マイクロ流路デバイス／超小型冷却デバイス／楽しい農業



テラバイト三次元大規模集積

### フォトニクス集積システム研究コア

超高速フォトニックネットワーク／新世代光センシングシステム／光無線給電システム／高速・低消費電力・高効率な光集積デバイス・システム



広帯域波長可変面発光レーザー

### 量子ナノエレクトロニクス研究コア

量子効果デバイス／ナノテクノロジー／テラヘルツデバイス／光電子デバイス・システム／ナノフォトニクス



電子ビーム描画装置

### 応用AI研究コア

人工知能／機械・深層学習／データ科学／医療AI／産業AI／科学AI



### 生体医歯工学研究コア

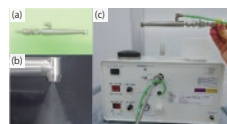
ライフ・エンジニアリングに関わる基礎科学技術とその展開／先進医療機器およびその要素技術に関わる研究／生体医歯工学の発展のための融合研究・共同研究の推進



体外設置型血液ポンプとその動物実験

### 歯工連携イノベーション研究コア

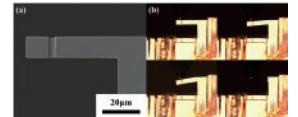
インターフェイス口腔健康科学に基づく異分野融合研究の推進および国際展開／歯学と工学を繋ぐ、基礎研究から臨床応用までのシームレスな研究体制の構築／社会実装を目指した革新的医療機器開発およびその要素技術の確立



マイクロスケールミストユニット(高エネルギーミストによる歯垢除去装置) ハンドピース(a)、ミスト照射(b)、ユニット全体像(c)

### 先端材料研究コア

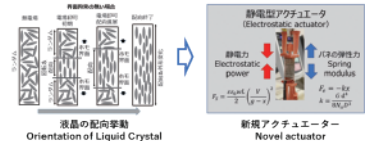
金属工学およびその産業応用／先端機能性金属材料の創成・設計・開発・応用



最強強度を有する金合金めっき微小材料

### 知的材料デバイス研究コア

スマートアクチュエーター(介護・アシストロボット)／スマートセンサー(ガス/VOC/におい分子検出)／高性能センシングデバイス材料／3Dプリンタを用いた高性能多層集積材料



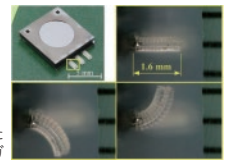
新規スマートアクチュエーターの開発概念

### LG Material & Life Solution協働研究拠点

情報材料科学／高性能性材料の開発／高誘電ソフトマターの開発／高性能デバイスシステム／材料リサイクル技術の確立

### 先進メカノデバイス研究コア

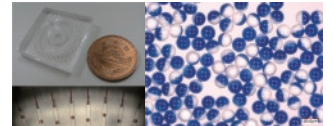
先進アクチュエータ、先進センサの創成／ナノ加工技術の確立



交流圧力源を用いたERマイクロフィンガ

### 融合メカノシステム研究コア

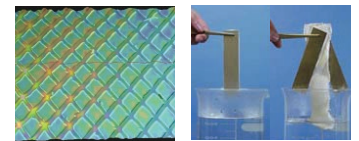
マイクロ・ナノメカトロニクス／バイオ・医用工学



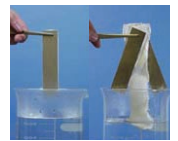
マイクロ流路デバイスを用いたヤヌス液滴・粒子の生成

### 創形科学研究コア

Diamond-Like Carbon(DLC)をはじめとする炭素系高性能性薄膜の成膜技術／環境調和性コーティング／hBNの電池応用／精密・マイクロ塑性加工／自動車構造用接着技術／異種材接合技術／解体性接着剤の開発／物性傾斜接着接合部の実現



表面デザインによるDLC膜の耐摩耗性向上



解体性接着剤の開発

### コマツ革新技術共創研究所

斜軸式油圧モータの高出力化／斜板式油圧ポンプの効率向上／ZnDTP由来トライボフィルムの形成挙動と摩擦摩耗特性／アクスルギヤのピッチング疲労強度向上

### 都市防災研究コア

耐震工学・耐震改修／制振構造・免震構造／耐風工学／耐津波構造／実大加力実験／超高層建築&巨大土木建造物／大型免震支承&大型部材

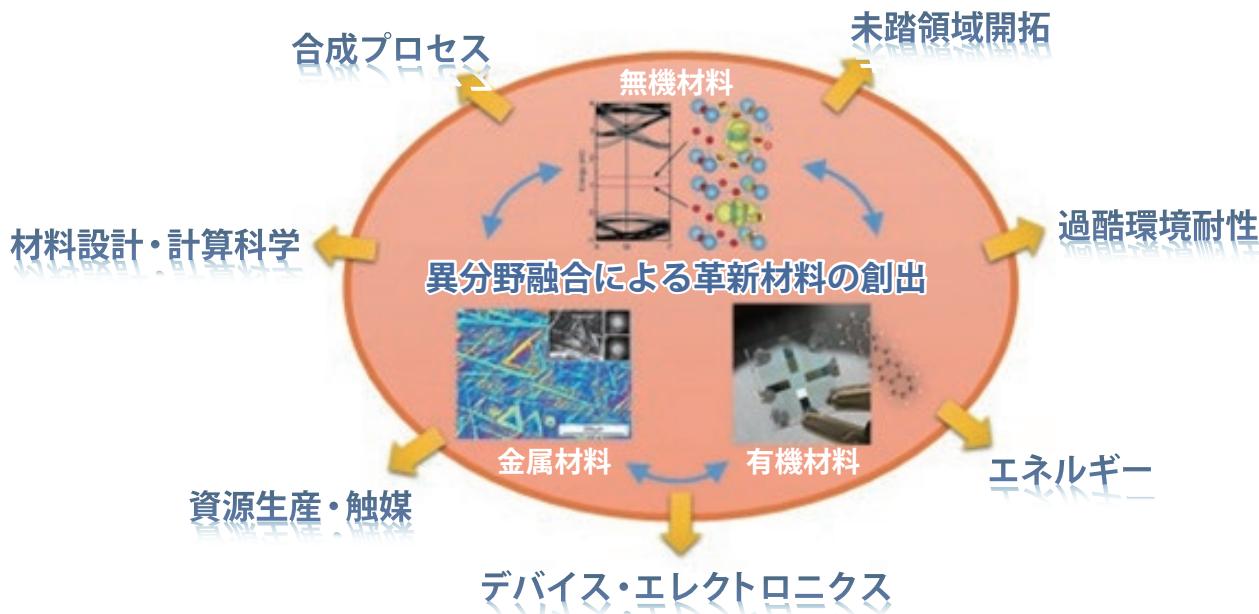


非構造部材を取り付けた鉄骨建造物の実大破壊実験

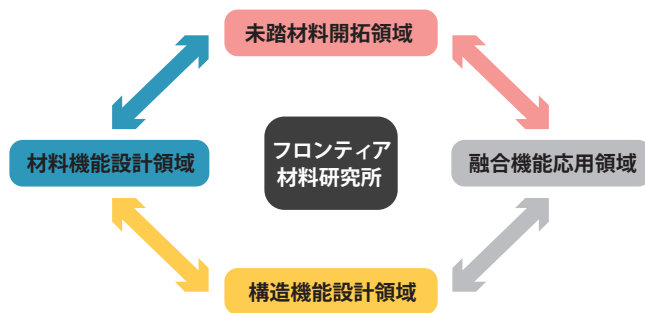


# フロンティア材料研究所

フロンティア材料研究所では、多様な元素から構成される無機材料を中心とし、金属材料・有機材料などの広範な物質・材料系との融合を通じて、革新的物性・機能を有する材料を創製します。多様な物質・材料など異分野の学理を融合することで革新材料に関する新しい学理を探求し、広範で新しい概念の材料を扱える材料科学を確立するとともに、それら材料の社会実装までをカバーすることで種々の社会問題の解決に寄与します。



フロンティア材料研究所では、「未踏材料開拓領域」、「材料機能設計領域」、「融合機能応用領域」、「構造機能設計領域」の4研究領域による相互連携により研究を展開しています。



## 共同利用・共同研究拠点

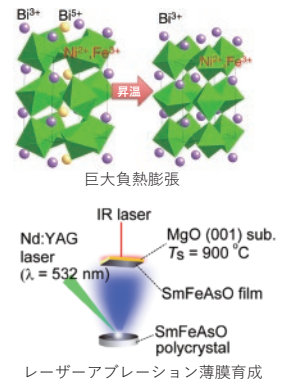
我が国の学術研究の発展には、個々の大学の枠を越えて研究設備等を全国の研究者が共同で利用したり、共同研究を行う「共同利用・共同研究」のシステムが大きく貢献してきました。フロンティア材料研究所の前身である応用セラミックス研究所は1996年に全国共同利用型附置研究所となり、2010年からは共同利用・共同研究拠点、先端無機材料研究拠点として先導的な共同研究を実施し、この分野の発展に貢献してきました。フロンティア材料研究所はこの共同利用・共同研究拠点、先端無機材料研究拠点を引き継ぎ、第3期中期計画期間においても大学の枠を超えた全国の関連分野の研究者コミュニティとの共同研究、さらには国際共同研究のハブとしての機能を果たし、この研究分野の学術発展を先導してまいります。



## 未踏材料開拓領域

未踏材料開拓領域では、未踏領域の機能や現象を示す新材料群の開拓と、その学理解明による新しい固体科学の確立を目標とし、教科書を書き換えるような研究を行っています。

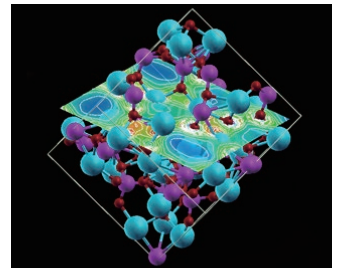
- 既存物質の改良ではない、全く新しい概念に基づく電気伝導体、イオン伝導体、強誘電体、磁性体、蛍光体、触媒等の新物質の創出およびその物性・機能発現の解明
- ナノ構造磁性体の新規物理現象解明および原子スケール接合により創出される新規機能の探求
- ありふれた元素を使いナノ構造を工夫することで、希少な元素を使わずに有用な機能実現を狙う「ユビキタス元素戦略」
- 物質固有の結晶構造を利用した新しい光・電子・磁気および化学機能をもつ材料探索



## 材料機能設計領域

材料機能設計領域では、研究者のセンスを頼りにした従来の非効率なアプローチではなく、高度な理論計算・計測・合成技術を駆使することで材料の微視的構造と物性の相関およびそれらのダイナミクスを明らかにし、新たな機能をもつ材料を自在に予測し設計・開発することを目標に研究を行っています。

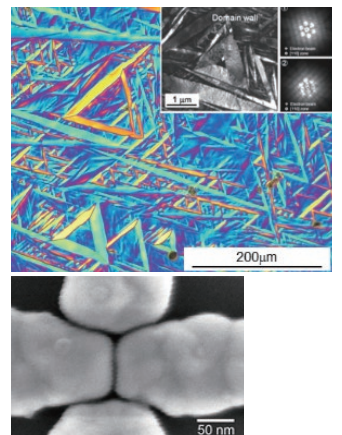
- 理論・計算科学・情報科学—マテリアルズインフォマティクス—を基盤とした材料科学に基づく材料設計
- 超高速時間分解計測、高精度熱測定技術、放射光測定技術などを駆使した先端構造解析・電子構造解析などを基盤に機能発現機構を解明し、新機能材料の設計・開発を支援



## 融合機能応用領域

融合機能応用領域では、多様な物質・材料の概念や機能を融合することで、従来材料を凌駕する機能をもつ全く新しい材料開発を目標とし、研究を行っています。

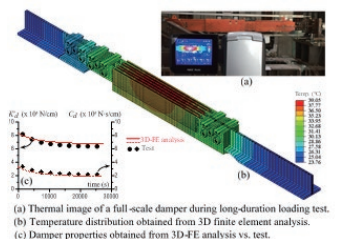
- 酸化物エレクトロニクス・ナノエレクトロニクス・液晶デバイスを中心とした新材料・プロセスに基づくデバイス開発
- 無機・金属・有機高分子および複合材を基盤とした優れた過酷環境耐性構造材（形状記憶、超弾性、耐熱性、耐食性、耐磨耗性）の開発
- 太陽電池材料・二次電池材料・省電力半導体・過電圧極小電極を中心とした革新的エネルギー材料開発
- スピンや磁性の物性研究に基づく新規なスピントロニクス・デバイス開発および電子・光・医療等のシステム技術への応用展開
- 先端機械運動系のための極限材料機能の追求と極限設計システムの確立
- 高機能触媒材料を中心とした革新的資源生産



## 構造機能設計領域

構造機能設計領域では、建築物・構造物の耐震、耐風及び耐火に関して、材料の基本的性質から部材の力学的性質および構造物全体の性能までの総てに亘り、実験と解析の両面から複合的に研究を行っています。

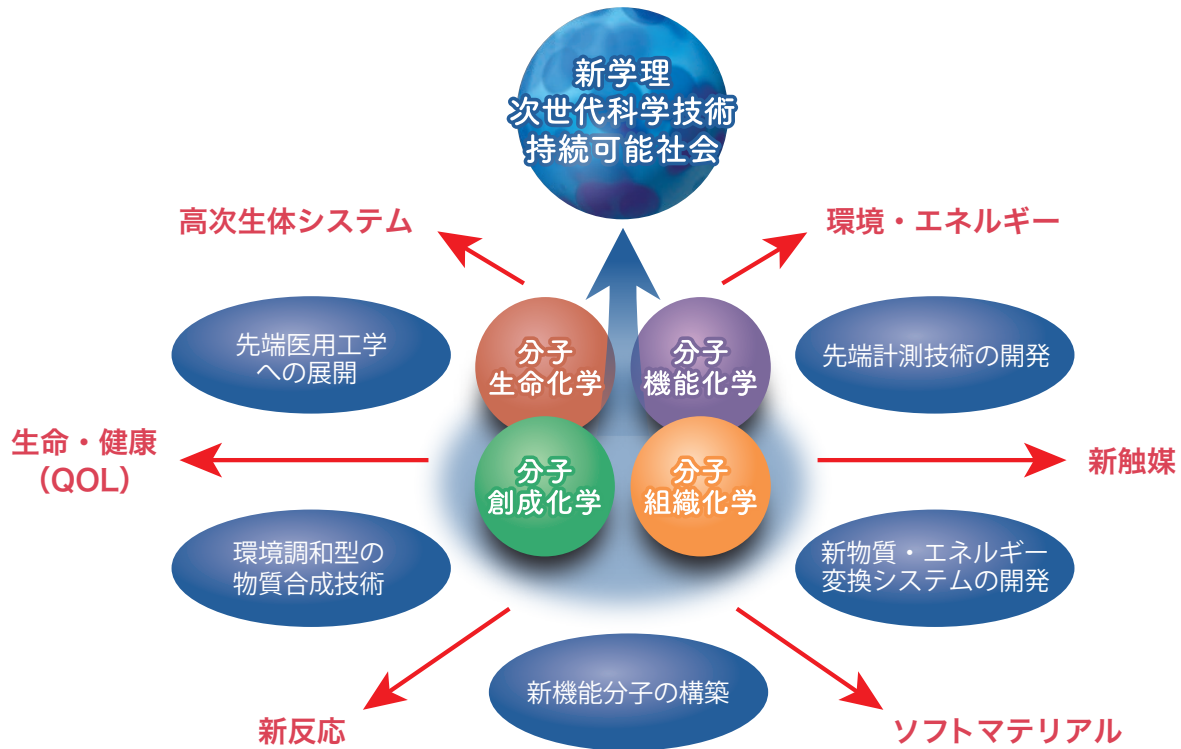
- 主要構造材料の力学的特性および物理的性質の解明
- 主要構造材料で構成される構造部材の力学的挙動の解明
- これらの部材要素を組み合わせて作られる建築構造物の耐震・耐火・耐風に関する基礎的研究



実大粘弾性ダンパー実験とシミュレーション (剛性, 減衰, 温度)

# 化学生命科学研究所

化学生命科学研究所では、分子科学を基盤とする化学の諸領域ならびに生命科学分野を包括する四つの領域（分子創成化学・分子組織化学・分子機能化学・分子生命化学）で構成される研究体制を基盤として、国内外の知を結集することによる新学理の創出と、新物質観の形成を目指して研究を行います。これにより、次世代科学技術の創出を実現し、人類の高度な文明の進化と、より豊かで持続可能な社会の具現化に貢献することを目的としています。



## 物質・デバイス領域共同研究拠点

東京工業大学 化学生命科学研究所は、北海道大学 電子科学研究所、東北大学 多元物質科学研究所、大阪大学 産業科学研究所、九州大学 先導物質化学研究所と共に、全国規模のネットワーク型共同研究拠点を形成し、物質、材料からデバイス、装置に至る広範な範囲の共同研究活動を行っています。拠点外研究者と五研究所所属の拠点内研究者からなるネットワークの特色を活かして、毎年多数の組織的共同研究を行い、成果をあげています。

また、当研究所ではこのネットワークをさらに強固なものにするため、他機関に所属する若手研究者が主宰する「COREラボ」を設置し、受入教員とチームを構成して実施する共同研究プログラムを推進しています。公募により採択されたPI等は、当研究所への長期滞在を通して融合型共同研究を遂行します。

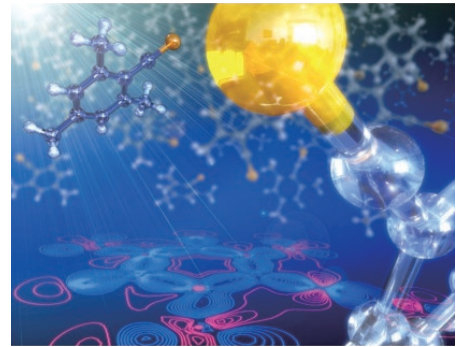






## 分子組織化学領域

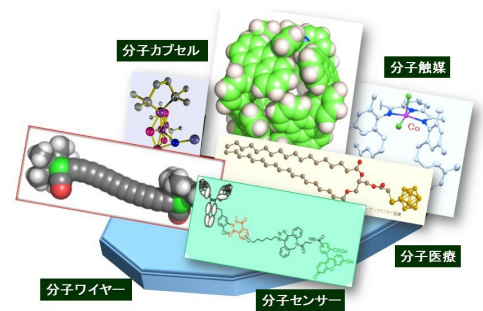
物質の物性や機能を決めるのは、それを形づくる原子や分子の空間的配置にあるといっても過言ではありません。本領域では、有機分子・高分子を対象に、これらを合目的に組織化させる方法論の開拓を通じ、優れた機能や新機能を発現する物質創製へ向けた取り組みを行っています。分子からなる物質は、柔らかさとしなやかさを兼ね備え、ソフトマテリアルと呼ばれています。設計によっては、生物のように動く物質を作ることも可能です。本領域では、分子の振る舞いを静的および動的、両方の側面から捉え、分子組織化プロセスや形態をナノスケールから巨視的にいたる様々な階層で精密に制御することにより新しいソフトマテリアルを開発し、情報・通信、エネルギー、医療、環境など、多岐に渡る分野への貢献を目指します。



分子組織化の精密制御による機能物質創製

## 分子創成化学領域

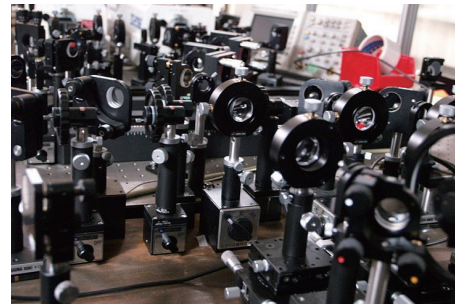
分子は物質の重要な構成要素であり、多彩な構造と大きさ(分子量)に基づいて、ほぼ無限の機能発現の可能性をもちます。本領域では、独自の原理と手法を用いて、新規性が高い分子創成を達成し、分子の機能発現への展開に要する基盤を構築します。有機分子、無機分子、金属錯体分子、高分子、超分子等のすべての分子を対象として、元素、結合、二次構造の組み合わせによって、新しい分子ワールドを築きます。



新概念による分子の構築

## 分子機能化学領域

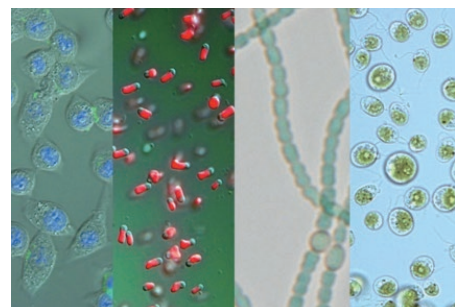
物質の最小単位は分子で、分子の構造や反応といった機能により私たちが目にする材料のマクロな性質が制御されています。本領域では、分子の機能を最先端の分析手段や高度な理論計算で調べ、分子と分子集合体の性質を明らかにします。分子機能の理解に基づき分子レベルから理解した画期的な材料、デバイス、燃料電池、触媒などを開発し、豊かで持続可能な社会の実現に貢献します。



化学反応のリアルタイム追跡による分子機能の解明

## 分子生命化学領域

生命の営みは、人間がおおよそ考えつかないような精巧な構造の分子による多様な化学反応と、それらの巧みな制御によって成り立っています。本領域では、生物の体の中で起きるエネルギーの産生・貯蔵、分子認識、分子運動などのさまざまな反応の分子機構とその制御機構を化学の言葉で理解することを目指しています。そして、得られた知見を統合して、クリーンな新エネルギーの創出、新たな疾患診断ツールなど、人類に貢献する新しい技術の開発へと発展させます。



多様な生命現象の化学的理解と応用



# ゼロカーボンエネルギー研究所

ゼロカーボンエネルギー研究所の目的は非化石エネルギー（ゼロカーボンエネルギー）とその利用システムの革新的研究開発を行い、カーボンニュートラル社会実現に向けて貢献することです。再生可能エネルギーや原子力エネルギーを活用した炭素循環、カーボンフリーのエネルギーシステムを構築し、環境と調和しかつ経済的な持続可能社会の基盤の創成を目指します。

## 活動の目的

ゼロカーボンエネルギー研究所はゼロカーボンエネルギー（ZCE）に基づく炭素・物資循環システムを構築しカーボンニュートラル社会の実現に貢献することをゴールとし、実現に必要な技術の研究開発を行います。日本が目指している2050年カーボンニュートラル社会実現への展望を図1に示します。エネルギー供給側を化石燃料依存から再生可能エネルギー、原子力エネルギーなどのZCEへの転換を行います。

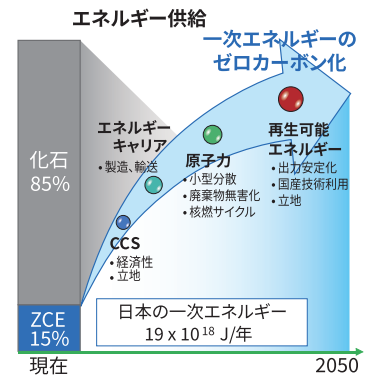


図1 一次エネルギーのゼロカーボン化展望

図2に本研究所が目指すエネルギー社会を示します。

一次エネルギーにゼロカーボンエネルギーを導入します。再生可能エネルギーは天候に依存した出力変動が非常に大きいため、出力の安定化が重要です。一方で需要側にも変動があり、エネルギー貯蔵の機能が必須です。そこで蓄電（電池）、蓄熱機能を置きます。エネルギー需要側は多くの分野で炭素資源の供給も必要です。そこで排出される二酸化炭素を回収し、ZCEによって炭素資源に変換し循環再利用します。あわせてエネルギーキャリアの供給を行います。また、エネルギー材料物質の回収・分離・再生を行い、持続可能なエネルギー社会の構築への技術貢献を目指します。

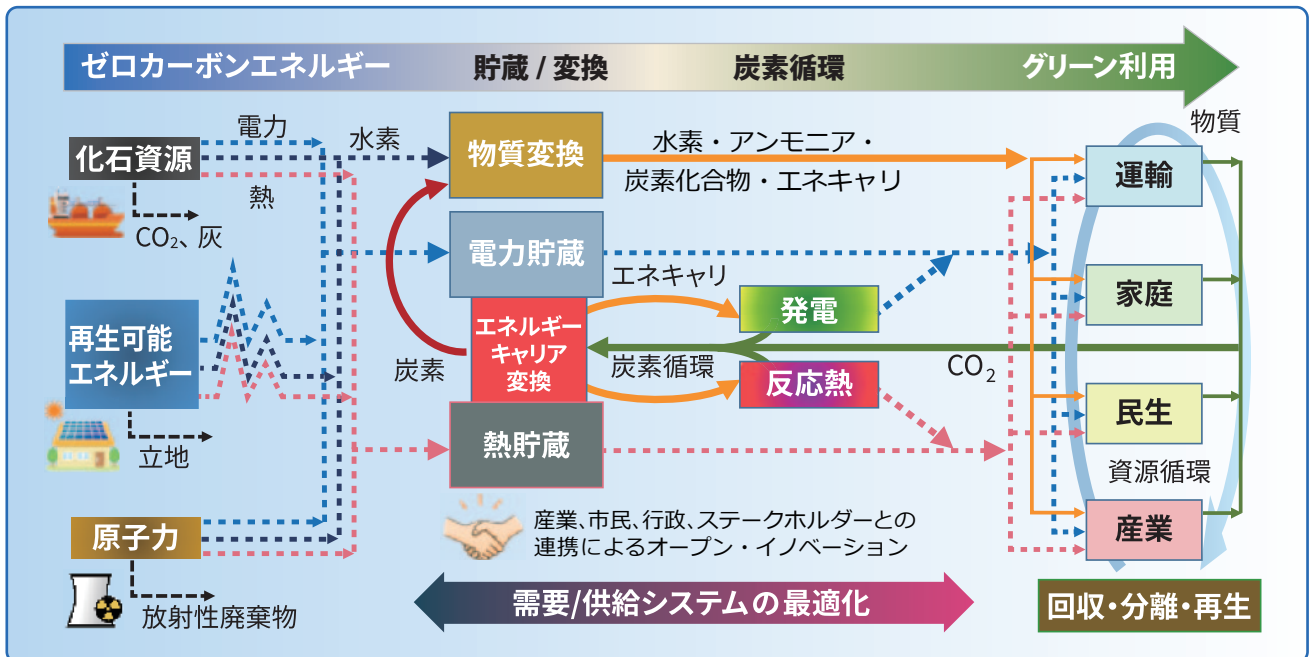


図2 研究所の目指すエネルギー社会



## 研究所組織

研究所組織はフューチャーエネルギー部門、原子力工学部門からなり福島復興・再生研究ユニット、TEPCO協働研究拠点と連携しております。社会との協調を保つために連携アドバイザー委員会を設置します。科学技術創成研究院は令和4年度よりグリーン・トランスフォーメーション・イニシアティブ(Tokyo Tech GXI)事業、文部科学省ミッション実現加速化経費、を開始し、GXI本部を当研究所に置いております。研究所が目指すエネルギー社会の実現のため各部門、各研究分野が有機的に連携して研究開発を進めます。

### フューチャーエネルギー部門

フューチャーエネルギー部門では、将来のエネルギーネットワークの構築に必要なゼロカーボンエネルギーに基づくネットゼロ、炭素循環エネルギーシステムを研究し、エネルギー経済学・社会学を活用した経済的かつ安定的なエネルギーシステムの構築を目指します。再生可能エネルギー導入による発電の不安定性を考慮したエネルギー安定供給システムの設計を進めます。エネルギー供給においては電力のみならず量的に熱も重要です。エネルギーネットワークの実現に不可欠な電力および熱エネルギーの貯蔵、エネルギーキャリアへの変換、さらにエネルギー社会を支える物質循環システムを検討します。そして市民、地域、産官学と協働した社会実装(エネルギーソリューション)研究を進めます。

### 原子力工学部門

原子力工学部門では、旧来の閉じられた原子力村と決別し、ゼロカーボンエネルギー社会の一員として安全性・機動性を追求した小型炉や次世紀の主力電源を目指した核融合炉などの先進原子力システム研究、及び癌治療など高齢化社会の先端医療を支える生命・医療放射線利用研究を中心に進めます。また、廃炉研究に特化した福島復興・再生研究ユニットや東京電力と連携したTEPCO廃炉フロンティア技術創成協働研究拠点を設置して福島第一原子力発電所の廃止措置を推進してまいります。

### Tokyo Tech GXI

政府方針である2050年カーボンニュートラル(CN)実現のためにはグリーン・トランスフォーメーション(GX、緑転、CN化に応じた産業及び社会の構造の変化)が必須です。GX社会を先導(Initiation)する研究活動の推進とスタートアップの強化、産業・社会連携の実質化を進めるために本事業Tokyo Tech GXIを展開しております。



# 細胞制御工学研究センター

## 概要とミッション

生命は遺伝情報によって規定されたタンパク質の動態により支えられています。生命の基本単位である細胞は、近年大きく変貌をとげ、あらゆる面で動的な存在であることが明らかになりつつあります。

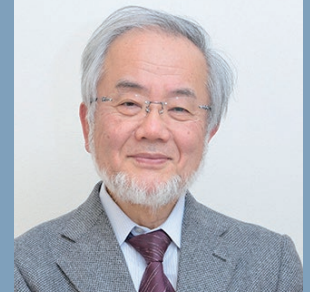
細胞制御工学研究センターは、世界の細胞生物学を牽引する一人である大隅良典栄誉教授をセンター長として、学内外の関連研究者を結集し、これまでに類を見ない「細胞」研究コンソーシアムを実現しようとする研究センターです。本研究センターでは、遺伝子の発現・再編成から蛋白質の合成・修飾・分解に至るまでの分子機構とそれらが織りなす細胞機能のダイナミクスに関して、「観る」、「知る」、「創る・治す・操作する」ための基盤的技術を確立しながら、理解を進めていきます。細胞レベルの生命現象の解明で国際的にも先端的な研究を行うとともに、細胞を利用した創薬・医療などに大きく貢献できるように基礎的研究の成果を社会還元することも目指します。

## 研究領域

細胞生物学を中心とした分子生物学、生化学、生物物理学など生命科学の諸領域からなる研究体制を構築するとともに、学内外における材料科学、情報科学など異分野を融合しながら次世代の細胞研究を創成します。

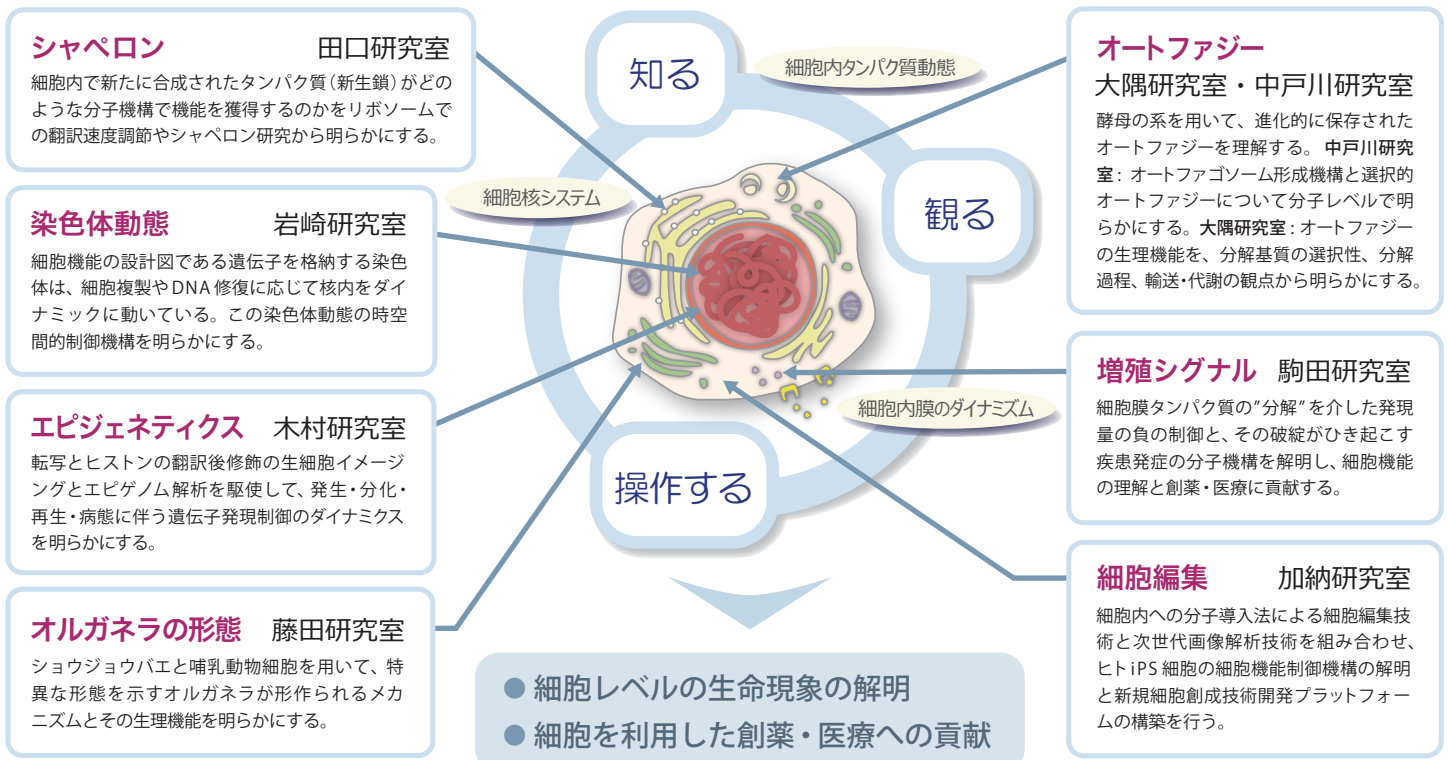
## 具体的な取り組み

- (1) 細胞を「観る」：次世代イメージングを駆使した細胞内構造、細胞内分子動態の可視化、解析。
- (2) 細胞を「知る」：主要な細胞内生命現象の分子機構解析。
- (3) 細胞を「創る・治す・操作する」：細胞編集技術の完成。高次生命現象の再構成。



センター長

**大隅 良典**  
 (Yoshinori Ohsumi)

[www.rcb.iir.titech.ac.jp](http://www.rcb.iir.titech.ac.jp)




# 社会情報流通基盤研究センター

全ての国民が効率的で利便性の高い行政サービスや質の高い医療サービスを受けるためには、行政機関や医療機関等が保有し管理している情報を、本人が自らの必要に応じて取得・確認・利活用できるようにすることが不可欠となります。このため、自己の情報を取得・確認・利活用できる安全確実な仕組み（社会情報流通基盤）を整備し、この基盤を用いて行政のワンストップサービスや生涯に渡る個人健康管理を実現すること等を目指した研究を実施しています。

## 社会情報流通基盤研究センターの研究課題

### 社会情報流通基盤研究センター

#### ① 情報流通基盤システムに関する研究

行政機関や医療機関等が管理している個人情報、本人が自ら必要に応じて取得・確認・利活用できる安全確実な社会情報流通基盤の仕組み等について研究

#### ② 電子行政に関する研究

電子行政を支える種々の政府情報システムの調達においては、費用対効果が低い、刷新が遅れる、といった様々な問題が生じており、これを解決するための調達の在り方等について研究

#### ③ 社会保障サービスに関する研究

生活習慣病の予防を視野に入れた生涯を通じた健康・医療情報の利活用を提案し、個人が自らの健康情報をインターネット等を通じて自由に閲覧・入手・活用することが可能なシステム等について研究



センター長

大山 永昭

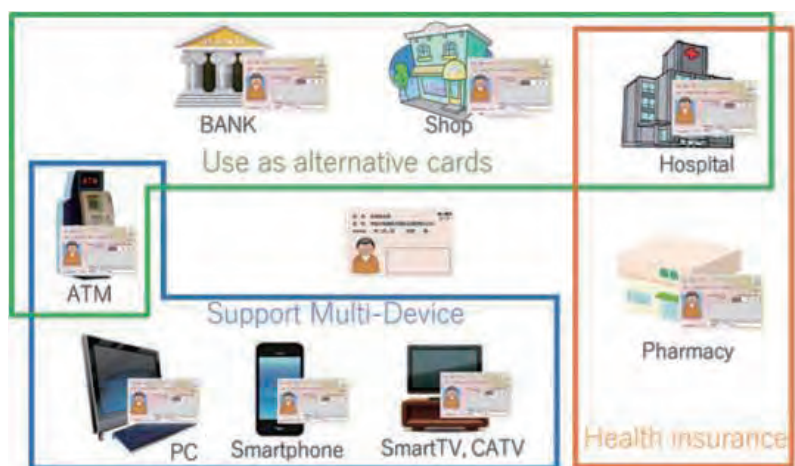
(Nagaaki Ohyama)



[assist.ssr.titech.ac.jp](http://assist.ssr.titech.ac.jp)

また、公共性の高い社会情報流通基盤の導入に当たっては、研究活動と並行して制度的な検討や産官学の幅広い連携構築も進めていくことが不可欠となります。このため、当センターは、学術研究に加え、その実現に不可欠な制度の整備を促すべく、国に対する政策提言や関係省庁における政策立案への参画を行っています。下図は、我々が研究を行ってきた公的個人認証サービス（JPKI）のユースケース例を示しており、これらは現在様々な制度や政策に反映されています。また、産業界との連携を図るため、関係企業と共同研究を推進するとともに、将来的な国際展開も見据え、国際標準化機構（ISO）における国際標準化活動も実施しています。

## マイナンバーカードに実装されたJPKI\*のユースケース





# 未来の人類研究センター

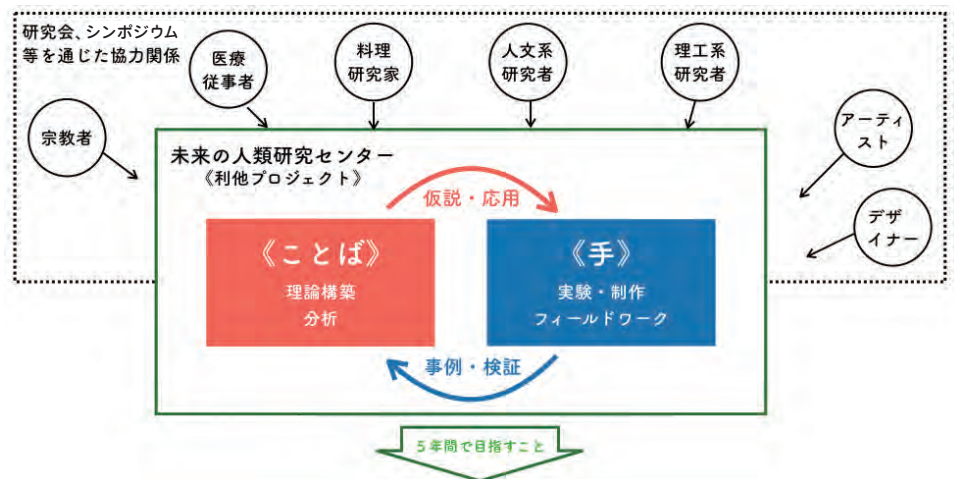
最初の5年間、未来の人類研究センターは「利他」をテーマにかかげて活動します。

現代は、排他主義がはびこり、分断が加速する時代です。他者と競い合い、弱者を切り捨てる能力主義的な発想。得られる利益の量でつきあう相手を決める功利主義的な人間観。数値に置き換え可能なものばかりが評価され、そうでないものは切り捨てられる傾向。私たちをとりまくこの殺伐とした世界のなかで、もういちどよりよい社会を、より充実した生を構想するにはどうしたらよいでしょうか。

そこで手がかりになるのが、「利他」という視点です。自分のためではなく、自分でないもののために行動する。一見不合理にさえ思える、しかし私たちが確かに持っているはずのこの人間の性向のなかにこそ、人類について、社会について、科学技術について、まったく新しい仕方考え直すヒントがあるのではないかと私たちは考えています。能力主義とも、功利主義とも、数値による評価とも違う、人間の人間らしい側面を利他の光で深く照らし出すこと。それが、私たちのかかげる「利他学」です。

政治、経済、宗教、AI、環境、宇宙…研究の領域は多岐に及ぶでしょう。さまざまな分野の研究者や専門家との出会いを大切にしながら、貪欲に触手をのばし、利他学の領域を開拓していくつもりです。その方法も、文献調査、フィールドワーク、実験、作品制作など、従来の人文社会系のディシプリンにとらわれない、東工大ならではの柔軟なアプローチを試みます。

センターでは、その成果を、シンポジウムや書籍、あるいはウェブ記事、ラジオといった多様な仕方で発信していきます。みなさまのお力を借りながら、人間を真の意味で自由にするような科学技術、人間がより人間らしく生きることのできる社会を実現するために、さまざまな種をまいていきます。どうぞ、私たち未来の人類研究センター「利他プロジェクト」にご期待ください。



★新学術領域「利他学」の構築を通して

いま立ち向かうべき  
人類的問いの設定

科学技術のあり方に  
関する議論の場の提供

新しい人文系の  
研究モデルの提示



センター長

伊藤 亜紗

(Asa Ito)



[www.fhrc.ila.titech.ac.jp](http://www.fhrc.ila.titech.ac.jp)



未来の人類研究センターは、リベラルアーツ研究を推進するため、科学技術創成研究院(IIR)の中に、2020年2月に設置された組織です。科学技術創成研究院は、ノーベル賞を受賞した大隅良典栄誉教授が率いる細胞制御工学研究センターなど、東工大が世界に誇るトップクラスの研究チームを集めた組織です。未来の人類研究センターは、こうした最先端の理工系研究と常に共にある人文系の研究センターです。学内クロスアポイントメント制度により、リベラルアーツ研究教育院の教員が、原則2年間、未来の人類研究センターに所属します。

# 全固体電池研究センター

スマホやタブレットなどの携帯情報端末が日常生活に不可欠なものになり、電気自動車 (EV) へのパラダイムシフトがグローバルに加速している。これらには現在、液体の電解質を持つリチウムイオン電池等が利用されているが、さらに安全性が高く、コンパクトで高性能な電池の開発が期待されている。菅野了次教授が創り出した超イオン伝導体 (固体電解質) は、低温から高温まで広い温度領域で作動する固体でありながら、その構造の中を高速でイオンが選択的に動き回る特長を持った物質である。安全性・安定性に優れ、液漏れもなく、重量当たりのエネルギー密度も高い全固体電池のキーテクノロジーである。本センターでは、超イオン伝導体の開発をリードしている優位性を発揮し、全固体電池の実用化を促進する。



センター長

菅野 了次

(Ryoji Kanno)



[www.assb.iir.titech.ac.jp/](http://www.assb.iir.titech.ac.jp/)

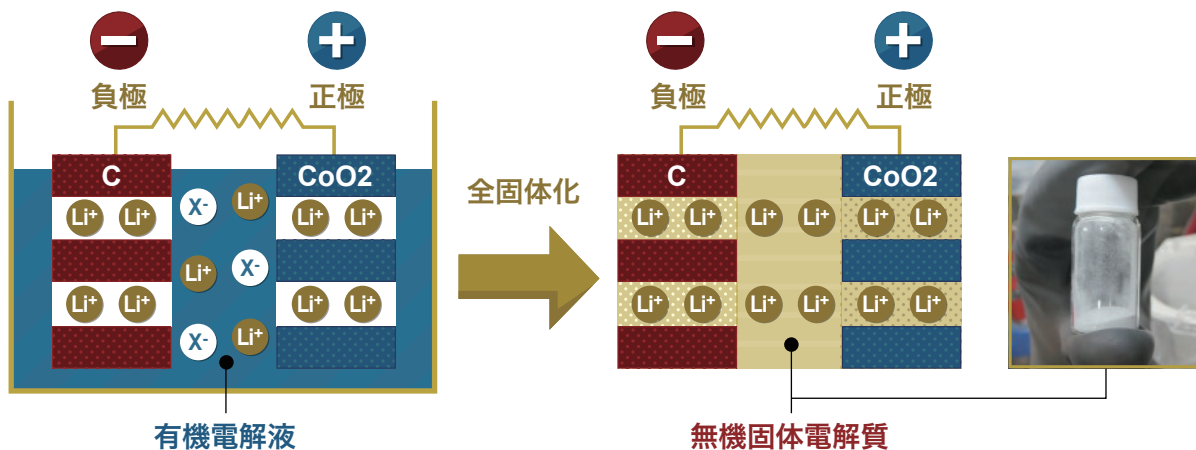
## 研究目標

- ① 全固体電池のキーテクノロジーである固体電解質「材料」の開発
- ② 実用化の前提となる超イオン伝導体の大量合成手法の研究開発
- ③ 電極複合材料化等実用化プロセス基礎技術の研究開発
- ④ 全固体電池の試作および実用性能評価 (環境影響等評価)
- ⑤ 高性能・高機能発揮における原理検証と高度解析

全固体電池



## リチウム電池の全固体化



# 多元レジリエンス研究センター

関東大震災より100年が経過し、我が国が一体となって社会課題を含めた様々な事象を想定して防災・減災を再認識すべき時期にきている。従来の自然災害への対策として本学がハード・ソフトの両側面から実施してきた多元的なレジリエンス研究を統合・強化するとともに、COVID-19での経験を踏まえ、部局間や研究分野間を横断して多種多様な専門家の研究力を集結できるフレームワークの機能を持ち、未知なる災害に柔軟かつ早急に取り組める研究センターを組織する。すなわち、従来の自然災害への対策を中長期的な視野で継続させ、短期から中長期あるいは未来の社会課題を抽出し、先回りして災害対策に取り組める研究組織を構築することにより、大学から人々への防災・減災意識の継続的定着に資する活動・成果を発信する。

## 研究目標

本研究センターは、社会課題即応研究部門、構造工学研究部門、火山・地震研究部門を統括した「未来レジリエンス創造会議」において、未来社会DESIGN機構や未来の人類研究センターと連携して対策が不十分あるいは将来的に脅威となる社会課題（災害）と対策研究を抽出し、これらの対策研究を実施する。また、本学が世界をリードしてきた安全な居住空間と機能維持の確保、および観測技術と高度流体解析を科学技術的基盤としながら、学内外の叡智を集結した研究チームを組織し、未来の安全・安心を目指した研究領域を創出する。これにより、多元的な社会課題に対して学内外の研究者の叡智を集結する器（協働の場）として、科学技術創成研究院のシンクタンク機能を強化する。また、新たな学術領域における研究活動を通じて、異分野に渡って多元的な社会問題の対策研究を推進できる、未来の安全・安心を担う次世代の人材育成を図る。



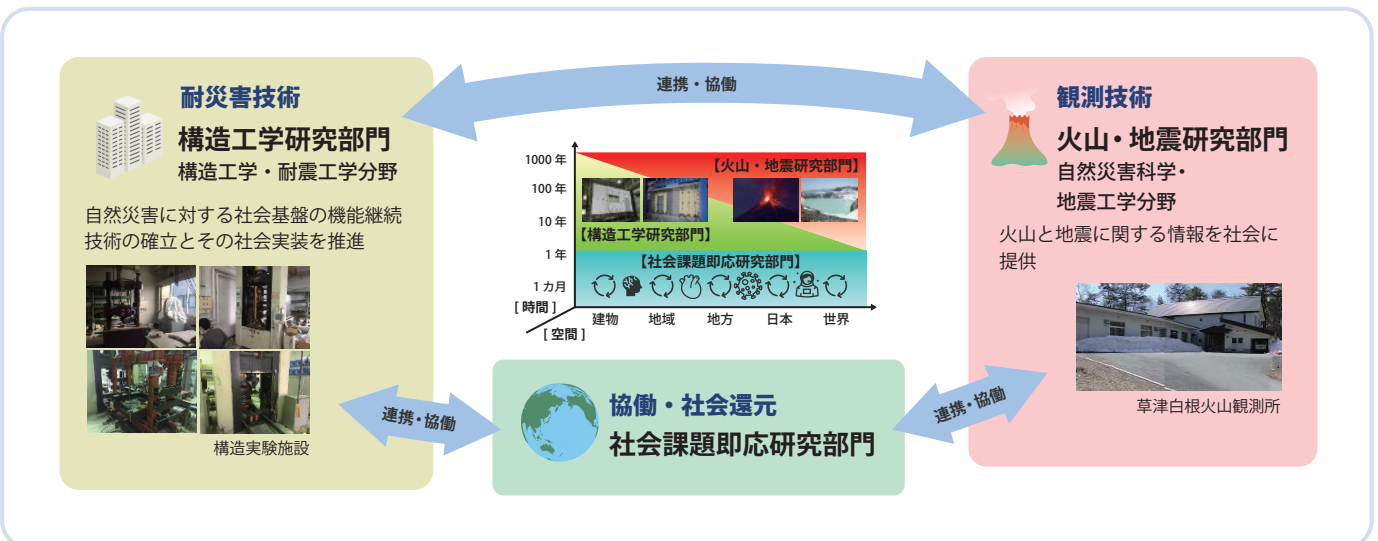
センター長

吉敷 祥一

(Shoichi Kishiki)



www.mrrc.iir.titech.ac.jp







# アトムハイブリッド マテリアル研究ユニット

## 概要

ナノ粒子と呼ばれる10<sup>-9</sup>メートルのオーダーの大きさを持つ粒子は、極めて重要な素材として工業的に幅広く利用されている。しかしながら、さらに小さいサイズのサブナノ粒子はその性質がほとんど解明されておらず合成方法も確立されていない。構成元素の原子の数や配合比を精密にプログラムすることで、サブナノ粒子を自在に構築できれば、従来とは全く異なる特性を持つ物質となることが期待されている。特に異なる金属元素の原子を集積・配合する方法ははまだ実現されておらず、周期表の中には金属元素が90種類以上もあることを考えるとその組み合わせは無限である。当研究ユニットでは、独自に開発した樹状高分子(デンドリマー)を利用して金属元素を原子単位で精密にハイブリッドする方法を用いて新たな物質を創り出し、次世代の機能材料の礎となる新分野を切り拓く。

ユニット・リーダー

山元 公寿

(Kimihiya Yamamoto)



### Profile

1985年 早稲田大学 理工学部 応用化学科 卒業  
1989年 同 理工学部 助手  
1990年 同 大学院理工学研究科 博士課程修了(工学)  
1997年 慶應義塾大学 理工学部 助教授  
2002年 同 理工学部 教授  
2010年 東京工業大学 資源化学研究所 教授  
2016年4月 同 科学技術創成研究院 教授

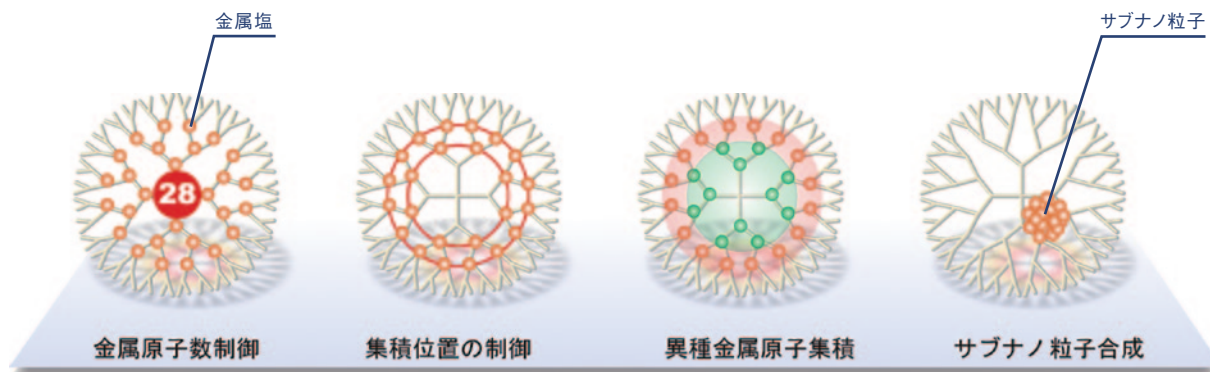
WEB

[www.res.titech.ac.jp/~inorg/yamamoto/member/yamamoto/](http://www.res.titech.ac.jp/~inorg/yamamoto/member/yamamoto/)

## 研究目標

デンドリマーは、立体的で樹木のように内側に空間があり、規則的な幾何学構造とポテンシャル勾配を持つ高分子構造体である。金属のサブナノ粒子は、従来、ランダムに配置されると考えられていたが、このデンドリマーを用いることにより、その内側から外側へ向かって規則正しく段階的に配位される現象を我々が世界で初めて発見した。この原理を生かして、同一または異種の元素を総数・配列・比率・順番などを自由度高く精密に制御する合成法をアトムハイブリッド法と命名した。この方法により既存の物質とは全く異なる想像を超えた新物質を生み出し、その特性を解明し、原子数や元素種との相関を整理する。これらの新物質群を系統化し、未来の新材料の設計に向けて次世代のマテリアルライブラリーの制作に繋げる。

## アトムハイブリッド







# バイオ インタフェース研究ユニット

## 概要

脳が発する情報が身体を動かす仕組みを研究し、脳波によって機械、装置などを動かす実用化技術を開発する。また、脳だけでなく肝臓や腎臓などさまざまな臓器の状況を検知する技術を開発し、病気の早期発見や健康増進につなげる。脳も体内器官もいずれも生体の外から非侵襲で検知するセンサーを用い、収集した生体信号に基づき装置の制御を行うバイオインタフェースを開発する。高齢者や身体障がい者の支援のみならず健常者の日常生活における健康維持のための機器開発など幅広い用途に活用していく。

## 研究目標

第一に、脳から手足を動かす仕組みを脳波や筋電図から読み解き、脳の活動だけで思い通りにものを動かせる義手義足を開発し、脳卒中などで肢体にマヒが生じてしまった方へのリハビリ分野において技術を応用していく。第二に、生体の外から非侵襲で体内の状況を把握できるモバイル型のデバイスを開発する。血液、呼吸などの生体情報に加え、肝臓の硬さや膀胱の状況などを検知し、病気になる前に、病気にならないための医療的な情報を提供できるようにする。これらの技術を結集し健康にまつわる要素をモニターできるウェアラブルデバイス(腕や頭部など、身体に装着して利用する装置)の研究開発を行う。



ユニット・リーダー

**小池 康晴** (Yasuharu Koike)

### Profile

- 1987年 東京工業大学工学部 情報工学科 卒業
- 1989年 東京工業大学総合理工学研究所 物理情報工学専攻 修士修了
- 1989年 トヨタ自動車株式会社入社
- 1992年 ATR視聴覚機構研究所 研究員
- 1993年 ATR人間情報通信研究所 研究員
- 1995年 トヨタ自動車株式会社復帰
- 1998年 東京工業大学 助教授
- 2009年 同 精密工学研究所 教授
- 2016年4月 同 科学技術創成研究院 教授

WEB [www.cns.pi.titech.ac.jp/kylab/](http://www.cns.pi.titech.ac.jp/kylab/)

## バイオインタフェース





# ナノ空間触媒 研究ユニット

Nanospace Catalysis Unit

## 概要

低炭素社会の実現に向けては、化石資源の使用量の低減と有効利用、CO<sub>2</sub>の排出量の削減が不可欠だ。本研究ユニットではこれらに寄与する革新的な「ナノ空間触媒」の開発と、それをを用いてさまざまな炭素資源から有用な化学品を製造するプロセスの確立を目指している。ナノ空間触媒とは、結晶内にナノメートルサイズの超微細な孔(ナノ空間)を無数に持つ触媒のこと。本ユニットでは、多孔質結晶化合物の中の一つであるゼオライト※の触媒機能に着目し、その触媒活性点の位置を原子レベルで制御することで、低炭素社会の実現に貢献する画期的な触媒の創製を目指す。

※ゼオライト：アルミノケイ酸塩のなかで結晶構造中に分子サイズの空隙を持つものの総称

## 研究目標

ゼオライトの孔の直径は1ナノメートル以下と超微細で、この直径よりも大きな分子は孔に入ることができない。そのため、メタン、メタノールなど孔に入ることができる低分子の化学反応のみを促進するゼオライトには、合成される分子を選択できるという特徴がある。本ユニットではこの特徴を活かし、孔の中に導入する触媒活性点の位置を原子レベルで最適に配置することで、例えば、これまで燃料としての用途のみだったメタンからメタノールやエチレンなどの有用化学品を合成したり、CO<sub>2</sub>と水から合成されるメタノールを原料に、エチレン、プロピレンといった基礎化学品を合成するといった触媒反応プロセスの確立を目標としている。



ユニット・リーダー

横井 俊之 (Toshiyuki Yokoi)

### Profile

2004年 横浜国立大学 大学院工学研究科 物質工学専攻修了(短縮修了)、博士(工学)  
2004年 東京大学 大学院工学系研究科 化学システム工学専攻 助手  
2006年 東京工業大学 資源化学研究所 触媒化学部門 助手  
2007年 東京工業大学 資源化学研究所 触媒化学部門 助教  
2016年 東京工業大学 科学技術創成研究院 化学生命科学研究所 助教  
2017年 東京工業大学 科学技術創成研究院 助教/ナノ空間触媒研究ユニットリーダー  
2018年 東京工業大学 科学技術創成研究院 准教授

WEB [www.nc.iir.titech.ac.jp](http://www.nc.iir.titech.ac.jp)

## 炭素資源から有用化学品を作り出す革新的な“ナノ空間触媒”

### 地球上の資源



■ 原油



■ 石炭

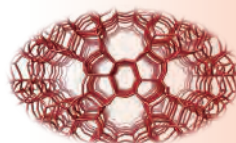


■ 天然ガス



■ バイオマス

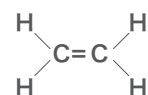
### ナノ空間触媒



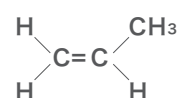
- ナフサ接触分解
- メタン転換反応
- メタノール転換反応
- バイオマス変換

### 有用化学品

#### ■ エチレン



#### ■ プロピレン





# WOWアライアンス 異種機能集積研究ユニット

## 概要

パソコンやスマートフォンに欠かせないCPUやメモリなどの半導体は、微細化により性能を向上させてきました。ところが、従来技術の延長線上ではこれ以上微細化できないという物理的な限界が迫っています。一方で社会からは、IoTやAIといった分野への期待から、単に処理性能を向上させるだけでなく、ヒトの暮らしに寄り添えるようなコンパクトなシステムの構築が求められています。このニーズに応えるためには、柔軟な発想で技術開発を進める必要があります。本ユニットが所有する三次元大規模集積技術は、微細化した半導体の垂直配線技術と超薄化技術に特徴があり、性能向上・小型化・薄化を可能にします。この技術を使って、複数の半導体機能を一つの積層モジュールに集積化し、二次元的な微細化限界の突破を目指します。また成熟した半導体プロセスのノウハウを異種分野に適用し、バイオ工学や農業工学において新規産業の創出にも取り組みます。

## 研究目標

2008年からスタートした産学研究的グローバルプラットフォームであるWOW (Wafer-on-Wafer)アライアンスを発展させ、以下のテーマに取り組む。

**【三次元集積技術】** WOWアライアンスが持つ超薄化技術、垂直配線技術で半導体の三次元集積を行い、従来よりも高性能・低消費電力である次世代半導体を実現する。またサーバーなどの大規模演算デバイスだけでなく、半導体を搭載するあらゆるデバイスシステムが1/1000となる超小型化を加速させる。

**【冷却技術】** 超小型冷却デバイスを三次元積層半導体と組み合わせることで冷却機構を簡素化させ、IoT機器やモバイルデバイスの小型化に応用する。

**【バイオ技術(バイオ工学)】** 生体内で行われる生体反応を再現するMEMSデバイスを開発している。具体的には、精密な微細加工を得意とする半導体製造プロセスを応用し、脊髄中の毛細血管の構造や機能を模倣した血小板産生デバイスを試作する。流体力学解析を活用して、血小板産生の安定性と産生速度の向上を低コストで実現することを目指す。

**【農業協調エンジニアリング技術(農業工学)】** 植物の生産性を最大化させる条件を明らかにするために、それが「何を欲しているか」をモニタリングできるようにする。育成環境を制御して植物からの反応を高い再現性で引き出すために、半導体製造技術をベースとした閉鎖型栽培装置と、多様な反応を定量化するためのマルチモーダルなセンシング技術を開発する。

ユニット・リーダー

大場 隆之  
(Takayuki Ohba)



### Profile

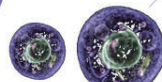
1984年 富士通株式会社  
2004年 東京大学特任教授  
2013年 東京工業大学特任教授  
国立交通大学(NCTU)客員教授  
工学博士(東北大学1995年)

WEB [www.wow.pi.titech.ac.jp/](http://www.wow.pi.titech.ac.jp/)

## 半導体製造プロセスの活用による新規産業の創出

- 半導体製造プロセス
- 半導体超薄化技術
- 半導体垂直配線技術
- 回路設計

グローバル  
産学連携  
プラット  
フォーム  
(WOWアライアンス)



バイオ工学

農業工学



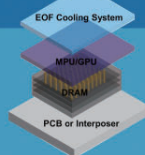
新次元  
インテグ  
レーション

### 三次元大規模集積

- DRAM
- Flash
- MPU

### クーリングデバイス

- MPU
- LED
- スマートフォン
- パワーデバイス



### 血小板デバイス

バイオリアクター





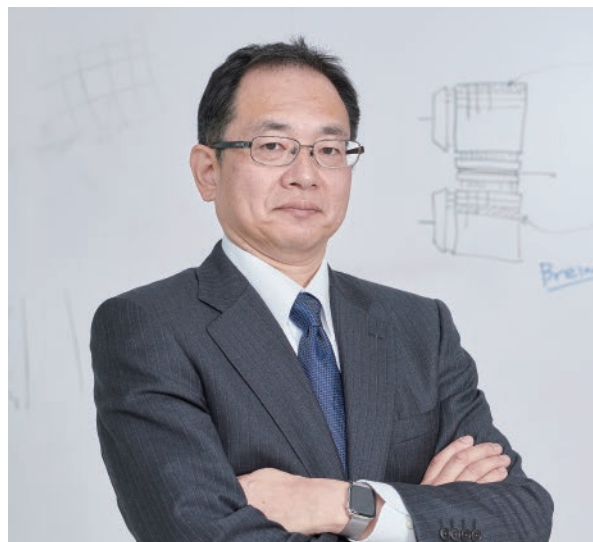
# AIコンピューティング 研究ユニット

## 概要

近年、深層ニューラルネットワーク(DNN)を中心に急速に発展し続けている人工知能(AI)。しかし、広義のAIコンピューティングには、DNNだけでなく、従来型機械学習、データマイニング、ビッグデータ処理など幅広い分野が含まれる。これらの領域を横断的・網羅的にカバーし、莫大に増加するデータを効率的に活用するためには、それを支える従来の延長線上にはない新しいハードウェアの開発が不可欠である。そこで、本研究ユニットでは、現在よりもエネルギー効率やコスト効率が格段に高く、自律性や安全性にも優れた次世代のAIコンピューティングを実現するハードウェアの研究開発基盤の確立を目指す。また、日本からより多くの人材がこの分野に参画し産学連携で活躍できる場の創出を目指す。

## 研究目標

計算処理中に処理内容に合わせて、回路構成を柔軟に切り替えることができる「リコンフィギュラブル・ハードウェア」の研究開発に長年従事し、世界をリードする研究成果を挙げてきた。このアーキテクチャは、常に最適なハードウェア構成で計算処理を行えるため、従来に比べて、処理速度が速くかつエネルギー効率が非常に高いのが特徴だ。また、大規模なデータ処理構造をそのまま活かして並列処理を行うことができるので、AIコンピューティング分野と非常に相性がよい。2018年度から、このアーキテクチャ技術を基盤として、科研費・基盤Sや、新エネルギー・産業技術総合開発機構(NEDO)及び科学技術振興機構(JST)のプロジェクトで、AIコンピューティングに関する研究開発プロジェクトを推進している。各プロジェクトが対象とするAIコンピューティングの研究分野はそれぞれ異なるが、本研究ユニットでは、全研究分野を包括する研究開発基盤の構築を進める。将来的にはAIコンピューティング分野における日本の中心的な研究組織へと発展させていきたい。



ユニット・リーダー

**本村 真人** (Masato Motomura)

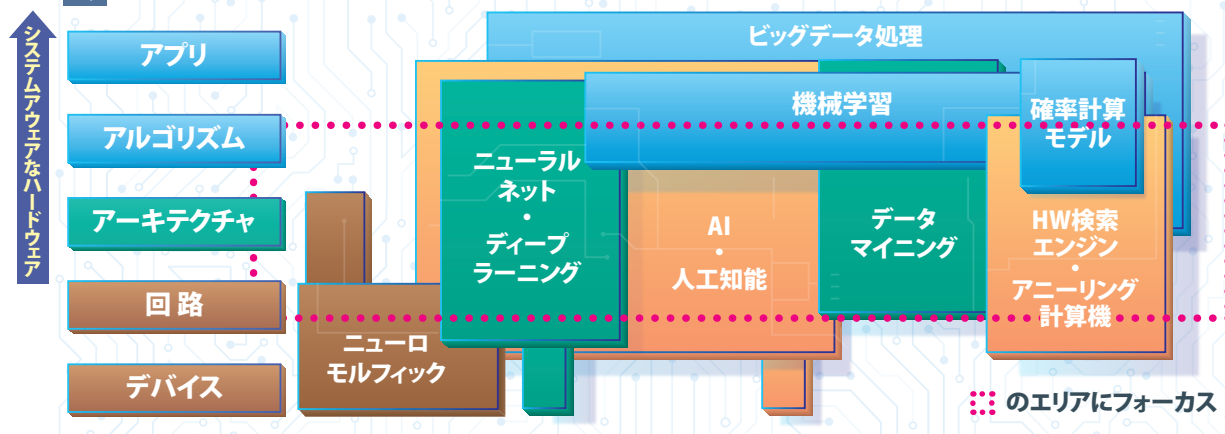
### Profile

1987年 京都大学大学院 理学研究科 物理学専攻 修士課程修了  
1987年 NECマイクロエレクトロニクス研究所  
1991年 マサチューセッツ工科大学 客員研究員  
1992年 NECシリコンシステム研究所  
1996年 京都大学 博士(工学)  
2001年 NECエレクトロニクス  
2004年 NECエレクトロニクス  
2009年 NECシステムIPコア研究所  
2011年 北海道大学大学院 情報科学研究科 情報エレクトロニクス専攻 教授  
2019年 東京工業大学 科学技術創成研究院 教授

WEB [www.artic.iir.titech.ac.jp](http://www.artic.iir.titech.ac.jp)

## AIコンピューティングを加速するアーキテクチャプラットフォームの研究を推進

### AIコンピューティングの俯瞰図







# 生体恒常性 研究ユニット

Homeostatic Mechanism  
Research Unit

## 概要

生物は体外環境の変動にもかかわらず、体温、血圧、体液の浸透圧、血糖値などの体内環境を一定の範囲内に保つホメオスタシス(恒常性維持)の能力を備えている。この能力は生命を保つために必須であり、生物が進化の過程で獲得してきたものだ。これらの恒常性は、脳・神経系と末梢の臓器との間、あるいは臓器同士の精妙なコミュニケーションによって維持されている。たとえば、脱水症状に陥ると、体液のナトリウム濃度が上昇し、水分を欲するようになるとともに尿量は減少する。しかし、どのようなメカニズムで、このような維持機能が発揮されるか、完全には解明されていない。本研究ユニットでは、「体液恒常性」「血圧」「肥満」の3つを柱に、これらを制御する脳・神経系や体のしくみの解明に取り組む。



## 研究目標

「体液恒常性」については、脳の中に、体液のナトリウム濃度の変化を監視するシステムがありその情報を基に、水分および塩分の摂取を司令する神経が存在することを発見している。これらの神経活動の制御のメカニズムの解明を目指す。

「血圧」は、塩分、ストレス、肥満などの因子によって大きな影響を受ける。これまで、塩分によって血圧が上昇する脳内の仕組みを明らかにしてきた。本研究ではストレスや肥満により血圧が上昇するしくみの解明を目指す。加えて、複数の因子が合わさることで、より大きな血圧上昇が起こるしくみの解明にも取り組む。

「肥満」については、肥満の進行に伴い、脂肪は脂肪細胞だけではなく、肝臓などの臓器にも蓄積するようになる。このような異所性脂肪の蓄積が多くの病気の原因となることから、脂肪の蓄積を制御するしくみの解明を目指す。

ユニット・リーダー

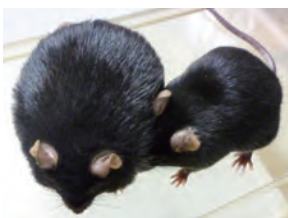
**野田 昌晴** (Noda Masaharu)

### Profile

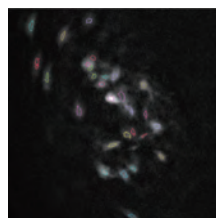
1979年 京都大学 大学院工学研究科 修士課程 修了  
1983年 京都大学 大学院医学研究科 生理系専攻 博士課程 修了、博士(医学)  
1983年 日本学術振興会 奨励研究員  
1984年 京都大学 医学部 助手(医化学第二講座)  
1985年 京都大学 医学部 助教授(分子遺伝学講座)  
1989年 マックス・プランク発生生物学研究所 客員研究員  
1991年 基礎生物学研究所 教授(統合神経生物学研究部門)、  
総合研究大学院大学 教授(基礎生物学)  
2019年 東京工業大学 科学技術創成研究院 特任教授 生体恒常性研究ユニットリーダー

WEB [nodalab.rcb.iir.titech.ac.jp](http://nodalab.rcb.iir.titech.ac.jp)

## 生体恒常性を司る脳・神経系の仕組みの解明と創薬

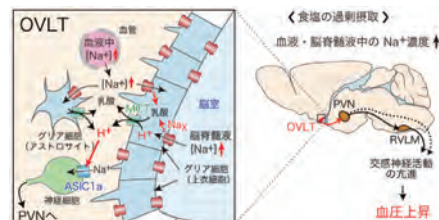


- 塩分、ストレス、肥満による血圧制御
- 体液状態に応じた水分/塩分の摂取行動
- 肥満と脂肪蓄積



個々の神経細胞の活動状態を示すCa<sup>2+</sup>イメージング

- 遺伝子工学
- 光遺伝学
- 神経活動のリアルタイムモニタリング



塩分の摂り過ぎによる血圧上昇の仕組み  
脳・神経系の仕組みの解明

画期的医薬品の開発





# 福島復興・再生研究ユニット

Fukushima Reconstruction and Revitalization Unit

## 概要

福島の復興・再生は、「東日本大震災からの復興事業」には不可欠な社会的な重要課題である。福島第一原子力発電所の事故により、大量の放射性物質（主に放射性セシウム（Cs））が環境中に放出され、汚染水や事故時の燃料溶融で発生したデブリにより事故炉の廃止措置が大変に難しい状況になっている。本研究ユニットでは福島の復興・再生を進めるために次の3つの課題を取り上げる。

1. 汚染水・固体廃棄物の処理、デブリ取出しなど事故炉の廃止措置推進
2. 放射性セシウムによる広域汚染問題の解決
3. イノベーションコースト構想に基づいた産業復興及び人材育成

## 研究目標

本研究ユニットでは、研究課題に対して次のような目標を持っている。

1. 福島第一原発の汚染水あるいはデブリ取出しで発生する汚染水の処理による二次放射性廃棄物の減容・安定固化技術を確立する。東京電力との協働研究拠点を利用して現場にマッチングした廃止措置技術の開発を始め、東工大の技術力を結集して福島第一原発の廃止措置を強力にサポートする（下図 本研究ユニットの研究体制）。
2. 汚染が激しく物理化学処理の必要な75万m<sup>3</sup>の汚染土壌からの放射性Csの回収・高減容固定化法について基礎・基盤技術を開発し、国の約束である30年以内の最終処分を可能にする。
3. 原発事故で被害を受けた浜通り地域の生活環境の復興に向け大学の知を結集し、福島イノベーション・コースト構想に資する産業振興を推進するとともに、福島復興のために必要な人材の育成を図る。



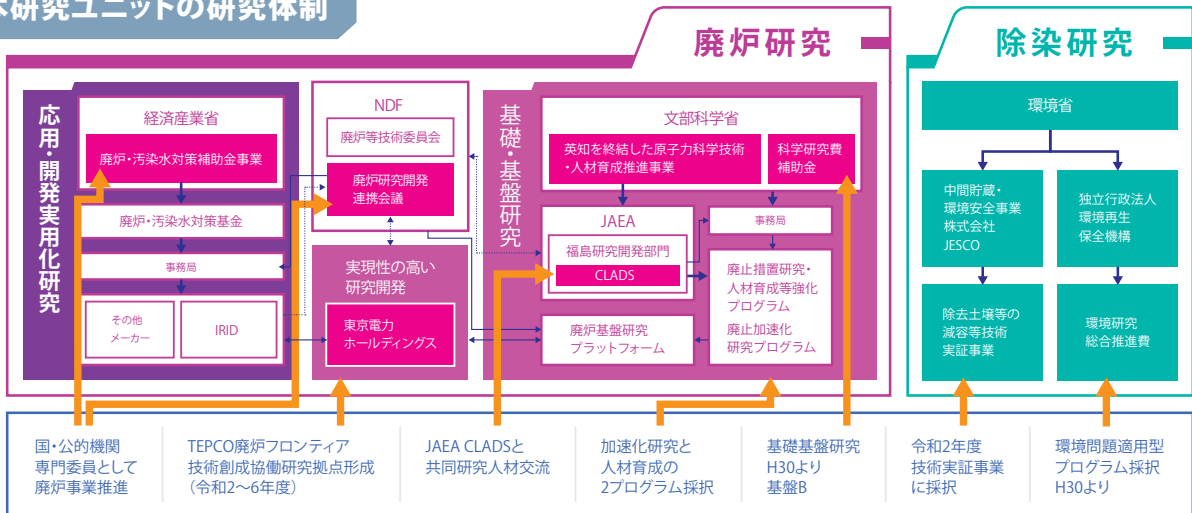
ユニット・リーダー **竹下 健二** (Kenji Takeshita)

### Profile

1987年 4月 財団法人産業創造研究所 研究員  
1992年 6月 財団法人産業創造研究所 主任研究員  
1996年 6月 東京工業大学 大学院総理工学研究所 助教授  
2002年 11月 東京工業大学 資源化学研究所 准教授  
2010年 4月 東京工業大学 原子炉工学研究所 教授  
2018年 4月 東京工業大学 先端原子力研究所 所長 (教授)  
2019年 10月 東京工業大学 理事副学長特別補佐 (研究担当)

WEB [www.nr.titech.ac.jp/~takeshita/](http://www.nr.titech.ac.jp/~takeshita/)

## 本研究ユニットの研究体制



福島復興・再生研究ユニット



# ナノセンシング 研究ユニット

Nano Sensing Unit

## 概要

社会の最上位の目的であるhappiness & well-beingの基礎となる「健康と安全な食」を支えるため、超高感度加速度センシングシステムを実用化し持続可能な「医療と食生産」に応用することを目指す。加速度センサは私たちが生活する3次元の物理空間の時間変化を捉えることができ、すでにスマートフォンや自動運転など、多くの分野で利用されている。さらに、既存のセンサでは検出できない極微小加速度を計測することができる、人間や生物の変化の予知などが可能になり、疾患の超早期診断や、家畜の飼養管理の効率化などが期待される。その他の分野においても新たなパラダイムを切り開く可能性をもっている。



ユニット・リーダー

伊藤 浩之 (Hiroyuki Ito)

### Profile

2006年 東京工業大学 総合理工学研究科 電子機能システム専攻 博士後期課程修了  
2006年 日本学術振興会 特別研究員 PD  
2006年 Intel Corporation 客員研究員  
2007年 東京工業大学 精密工学研究所 極微デバイス部門 助教  
2008年 富士通研究所 プラットフォームテクノロジー研究所 研究員  
2013年 東京工業大学 精密工学研究所 極微デバイス部門 准教授  
2016年 同 科学技術創成研究院 准教授

WEB

[masu-www.pi.titech.ac.jp](http://masu-www.pi.titech.ac.jp)

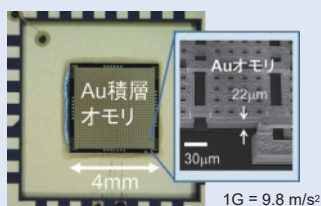
## 研究目標

基礎的研究として「超高感度加速度センシングシステムの研究実用化」、応用研究として「微弱筋音測定に基づく神経難病早期診断技術の研究開発」、「牛の疾病早期検知・予知技術の研究実用化」をテーマとして技術の体系化および実用化・事業化を目指す。超高感度加速度センサに関してデバイス・回路の超低ノイズ化を図り、宇宙ステーションなどの微小重力環境で観測されるのと同程度のマイクロGレベルの加速度でさえも計測できるようにする。神経難病早期診断については、とくに

パーキンソン病(PD)に着目する。PDは根本的な治療法がなく、早期診断により発症や進行を遅らせることができ、社会的にも大きな意義をもつ。牛の疾病早期検知では、牛の行動や微小な変化を正確に捉えるだけでなく、例えば行動と同時に第一胃の活動といった体内音の検出も可能になれば生産阻害リスクを早期に発見できるなど、畜産業へのインパクトは非常に大きい。また、他の研究ユニットなどと連携し国内の集積回路分野をリードし、若手研究者を育成することも目標としている。

## 社会の最上位の目的 “happiness & well-being” の礎である 持続可能な医療・食生産への貢献

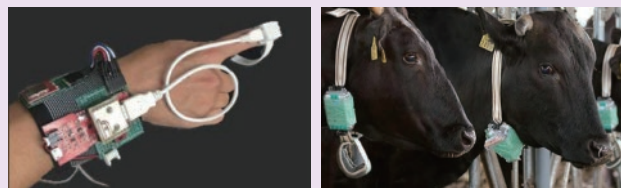
### 基礎 ナノG加速度の計測



Seeds

Needs

### 応用 状態検知から早期診断・リスク予知へ



神経難病

家畜





# 量子航法 研究ユニット

## 概要

GPSに代表される衛星航法の登場により、船舶、民航機、そして地上のあらゆる交通システムの安定な運航が実現されました。その一方で地中、水中といった電波の届かない領域での航法精度は、その要求に反し地球表面上のそれに遠く及びません。また地上であってもGPS妨害や欺瞞など国民の安全・安心に直結する問題が生じています。本ユニットでは、航法を支える各種センサーについて、古典から量子に至る最先端技術を開発・融合し、海中や外宇宙にまで人類の活動空間を拡げる革新的航法技術の開拓を狙います。さらにそのような最先端航法科学技術を駆使し地球内部を診断することで、防災・減災へ役立てるなど、航法科学の新たな応用先を開拓します。

## 研究目標

COVID-19 pandemicにより、グローバル化にブレーキが掛かり、米国、さらには欧州を始めとして全世界的に社会や経済が機能不全に陥りました。従来の世界秩序が揺らぎ、世界各国は自国の安全や安心を自ら担保する新しい仕組み作りに取り組まざるを得なくなりました。仕組み作りには欠かせない要素は、大きくエネルギー、防災・疫病対策、水・食糧の3つとなります。これらの要素は多くのSDGsと関わりますが、本ユニットは特にSDG7(エネルギーをみんなにそしてクリーンに)、SDG11(住み続けられるまちづくりを)、SDG13(気候変動に具体的な対策を)にフォーカスし、それぞれに対し「海洋資源探査の効率化」、「大規模地震のリスク評価」、「北極海氷下データの取得」という観点から、世界的にみて明確な貢献をしていきます。こうしたSDGsへの貢献は、従来の航法に我が国が得意とする量子技術を融合することで実現することができます。本ユニットが目指すゴールは「量子航法技術を基盤とする安全・安心・豊かな社会の実現」です。



ユニット・  
リーダー

上妻 幹旺 (Mikio Kozuma)

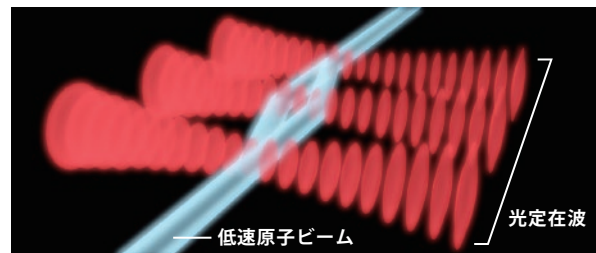
### Profile

- 1997年 東京工業大学 総合理工学研究科 博士課程修了
- 1997年 米国国立標準技術研究所 客員研究員
- 1998年 東京大学 大学院総合文化研究科 相関基礎科学系 物理 助手
- 2001年 東京工業大学 大学院理工学研究科 物性物理学専攻 准教授
- 2013年 東京工業大学 理学院 物理学系 教授
- 2021年 東京工業大学 科学技術創成研究院 教授

WEB [www.qnav.iir.titech.ac.jp](http://www.qnav.iir.titech.ac.jp)

## 水中、地中、宇宙でも使用可能な非GPS航法の研究

非GPS航法の代表例は慣性航法で、加速度計とジャイロスコープを使うことで実装できます。現状、慣性航法の精度はジャイロスコープによって決まっており、その性能を向上させるための研究が世界的に進められています。右図は、3本の光定在波を使って、レーザーで冷却された低速原子ビームを分岐、反射、合波して、原子波干渉型ジャイロを構成する様子を示しています。我々は光を用いた超精密ジャイロと原子を用いた量子ジャイロの双方について精力的な研究を進めています。



光を用いた  
超精密ジャイロ



原子を用いた  
量子ジャイロ

原子波干渉型ジャイロ



# バイオメディカル AI 研究ユニット

## 概要

ディープラーニング(深層学習)と呼ばれる人工知能(AI: Artificial Intelligence)が、革新的な技術として学会、産業界から注目を浴び、第4次産業革命をもたらすとして、世界中で盛んに研究・応用されている。中でも、バイオメディカル(生体医学)分野への応用は、その発展・将来性から各国の重点分野に指定され、市場規模の急速な拡大により産業界からも大変注目されている。本研究ユニットでは、現在の深層学習を更に発展させる新しいAI基盤技術を開発し、診断支援およびイメージングなどのバイオメディカル分野への応用と社会実装を推進する。

## 研究目標

深層学習は、今までの技術では実現できなかったことを実現したり、到達できなかった性能に達するなど、様々な分野で革命を起こしている。大量のデータ(ビッグデータ)さえ与えれば、解決したい課題を自動的に学び、最終結果を出してくれる。しかしながら、以下のような深刻な課題も存在し、バイオメディカル分野への応用を妨げている。

1) 大量のデータが取得困難な領域では応用が難しく、2) 自動的に学ぶが故に学習の中身が“ブラックボックス”になり、3) データ駆動型であるが故に要求通りに設計する方法論がない。本研究ユニットでは、これらの課題を解決する次世代深層学習基盤技術を開発し、AIのバイオメディカル応用とその社会実装を推進する。学外医学部、企業との連携を通してこれらの研究開発を行い、本研究開発を通じて世界をリードするAI人材を育成する。



ユニット・リーダー

**鈴木 賢治** (Kenji Suzuki)

### Profile

2001年 博士(工学)取得(名古屋大学、論博)  
2001年 シカゴ大学 放射線学科 客員研究員  
2002年 シカゴ大学 放射線学科 研究員  
2004年 シカゴ大学 放射線学科 研究助教授  
2006年 シカゴ大学 放射線学科 助教授  
2007年 シカゴ大学大学院 医用物理学研究科 助教授(兼任)  
2014年 イリノイ工科大学 医用画像研究所 准教授  
2017年 東京工業大学 科学技術創成研究院 特任教授  
2021年 東京工業大学 科学技術創成研究院 教授

## バイオメディカルAI研究ユニット

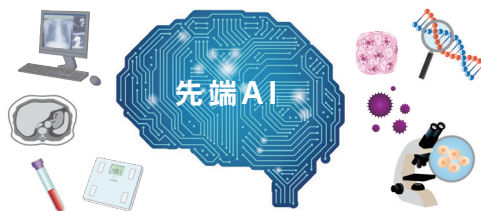
### バイオメディカル応用分野

#### 医療

検査・検出・診断  
治療・予後

#### 健康

予防・モニタリング  
未病・予兆



#### 生体

構造・機能・分類  
発見・解明

### 先端AI基盤技術

説明可能なAI Explainable AI (XAI)

少数データ学習可能なAI Small-Data AI (sdAI)

人とAIの協働 Human-AI Cooperation

設計可能なAI Engineerable AI (eAI)

AIイメージング AI Imaging (AI<sup>2</sup>)

AI研究・開発・応用・社会実装

モデリング、構築、学習、設計、解析、説明、評価、認証



# 面発光レーザ フォトニクス研究ユニット

## 概要

面発光レーザは、基板と垂直にレーザビームを放射する半導体レーザで、東京工業大学伊賀健一名誉教授発明による東工大発・日本発の光通信（フォトニクス）の基盤技術である。身の周りでLANや、レーザマウス、レーザプリンタなどに応用されている他、今日では、データセンタ内光配線、顔認証システム、車の運転支援のLiDARなど、IoTのキイデバイスに成長している。本研究ユニットでは、面発光レーザフォトニクスを起点として、超高速大容量光通信・インターコネクト、高解像3Dセンシングなど、2030年代のあらゆる産業・社会の基盤になると想定される次世代情報通信技術 Beyond 5Gを支えるフォトニクスの基盤技術構築を推進する。面発光レーザの発明から44年の契機に、本技術が、未来のIoTや人々の活動環境により一層の発展をもたらす社会実装を目指す。

## 研究目標

本研究ユニットでは以下の研究を推進し、社会の課題解決、産業創出を進める。①Beyond 5G大容量無線通信を支える次世代エッジクラウドコンピューティング基盤の研究開発、特に、面発光レーザアレイを用いてCo-Packaged Optics (CPO) 超小型光トランシーバの研究開発を行う。②Beyond 5Gフロントホール向け大容量光リンク技術として、無線基地局を結ぶ大容量フロントホールに用いられる超高速・低消費電力・低コスト半導体レーザの開発、当該光源を用いた超高速単一モード光ファイバ伝送技術を開発する。③光レーダー（LiDAR）は光偏向と測距の繰り返しにより周囲を3次元（3D）スキャンするセンサーであり、自動運転のためのセンシング技術として不可欠である。可動部分を有さない非機械式・超高解像のビーム偏向器を開発し、次世代の3Dセンシング技術を創出する。



ユニット・リーダー

小山 二三夫 (Fumio Koyama)

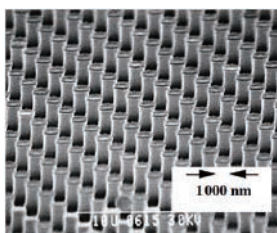
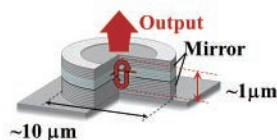
### Profile

1985年 東京工業大学 理工学研究科 物理電子工学専攻 博士課程修了  
1985年 東京工業大学 精密工学研究所 助手  
1988年 東京工業大学 精密工学研究所 助教授  
2000年 東京工業大学 精密工学研究所 教授  
2016年 東京工業大学 未来産業技術研究所 所長(教授)  
2018年 東京工業大学 科学技術創成研究院 院長(教授)  
2020年 東京工業大学 科学技術創成研究院 教授

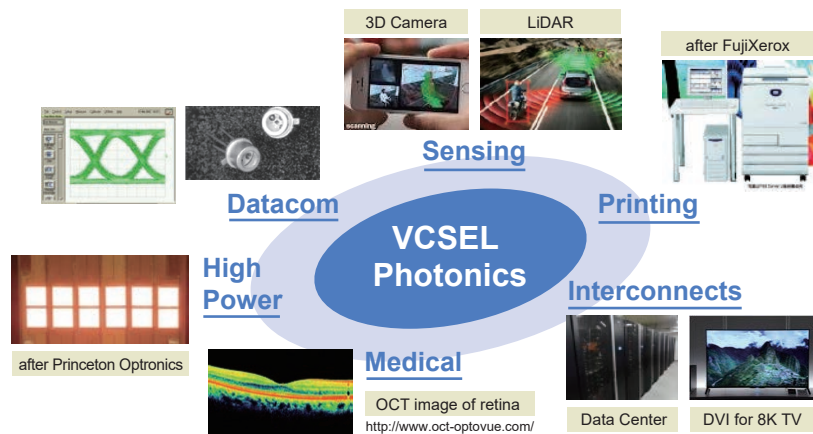
WEB

<http://vcsel-www.pi.titech.ac.jp/index-j.html>

## 面発光レーザと応用分野



面発光レーザとアレイ



広がる面発光レーザフォトニクスの応用分野





# 集積Green-niX+ 研究ユニット

## 概要

半導体集積回路はデバイスのスケーリングを基盤に高速化、低消費電力化を進めてきました。当ユニットではさらなる微細化、高性能化を目指して2次元物質を用いたFET、熱電素子、デバイスの3次元的な高集積化の研究を行っています。特に原子層状物質である遷移金属ダイカルコゲナイドを用いたFETは世代が2nm以細でも高性能を維持できる材料として学会等でも注目を集めています。これらの研究活動と共に、集積Green-niX研究・人材育成拠点、集積システム材料産学連携コンソーシアム、EISESiVコンソーシアムという3つのコンソーシアムを、お互いの連携と協調が最大限引き出せるKeep-neutralスキームで運営しています。

## 研究目標

半導体集積回路はMOSFETの微細化にも支えられ半世紀を超えて劇的な発展を遂げました。一方、近年では気候変動に代表される社会課題も表面化し、今後は利便性や経済性だけでなく、社会的合理性をも考慮した研究開発が望まれます。

当ユニットでは高性能化だけではなく、製造のGreen化、集積回路の低消費電力化等に重点を置いた半導体集積回路の研究活動を推進し、ユニット内のコンソーシアムに展開することで将来の社会実装を目指しています。

特に注力している2次元半導体デバイスの研究では、将来企業において量産されることを前提にスパッターやALD等の製造方法を選択し、新しいデバイス構造を提案しているところに強みがあります。2nm以細の世代でこのデバイスが集積回路として実装されることで、複雑なAI計算に対応しつつ、大幅な低消費電力化を実現するGreen半導体を目指しています。



ユニット・  
リーダー

若林 整 (Hitoshi Wakabayashi)

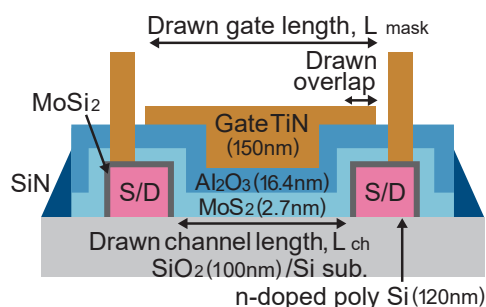
### Profile

1993年 日本電気 (株)  
2000年 マサチューセッツ工科大学, Microsystems Technology Laboratories, Visiting Scientist  
2006年 ソニー (株)  
2013年 東京工業大学 大学院総合理工学研究科 教授  
2016年 東京工業大学 工学院 教授  
2023年 東京工業大学 科学技術創成研究院 教授

WEB

[https://educ.titech.ac.jp/ee/news/2017\\_02/052461.html](https://educ.titech.ac.jp/ee/news/2017_02/052461.html)

## 2次元層状物質である MoS<sub>2</sub> (2硫化モリブデン) をチャネルとして用いた FET の断面構造模式



出典:

K. Matsuura, H. Wakabayashi et al.,  
"Normally-off sputtered-MoS<sub>2</sub> nMISFETs with TiN top-gate electrode all defined by optical lithography for chip level integration."  
Japanese Journal of Applied Physics, 59, 2020.



# デジタルツイン 研究ユニット

## 概要

最新の数理・情報技術を活用することによってデジタルツイン(フィジカル空間及びサイバー空間)の構築を行い、都市や地域及び産業界が抱える諸課題の解決を推進していく、いわゆる Society 5.0 (超スマート社会)実現の試みが世界中で推進されています。そのため本ユニットでは現実と仮想空間を一体化させた、デジタルツインの実現による諸課題を解決するためのプロジェクトを民間企業などと共同で推進しています。数理最適化、深層学習、強化学習、グラフ解析、高性能計算、量子計算などのアルゴリズム開発とクラウド上での高性能計算活用によって、産学連携による実社会アプリケーションを実現します。

## 研究目標

大量のセンサーデータ(ヒト・モノの移動等)やオープンデータなどを用いて、サイバー空間での最適化やシミュレーションを行う「モビリティ最適化エンジン」の開発を行っています。本ユニットでは新しい産業の創出、コストや廃棄物の削減、交通機関の最適制御スケジュールの算出などに寄与するサービスの集合体を構築して、利用者に最適な時間・空間を提供していくことを目標とします。

特に以下の2つのモビリティを対象として、数理・情報の新技術の提案・開発を推進していきます。

1. **ヒト・モノのモビリティ:** 位置情報検出と追跡(深層学習)、混雑検知や流れの最適化及び可視化
2. **交通のモビリティ:** 経路最適化や配送最適化

今後は、ものづくり分野を中心に、最適化、AI、IoT、クラウド、量子など最新の技術を結集して、社会実装を加速するためのプラットフォームを構築していきます。



ユニット・  
リーダー

藤澤 克樹 (Katsuki Fujisawa)

### Profile

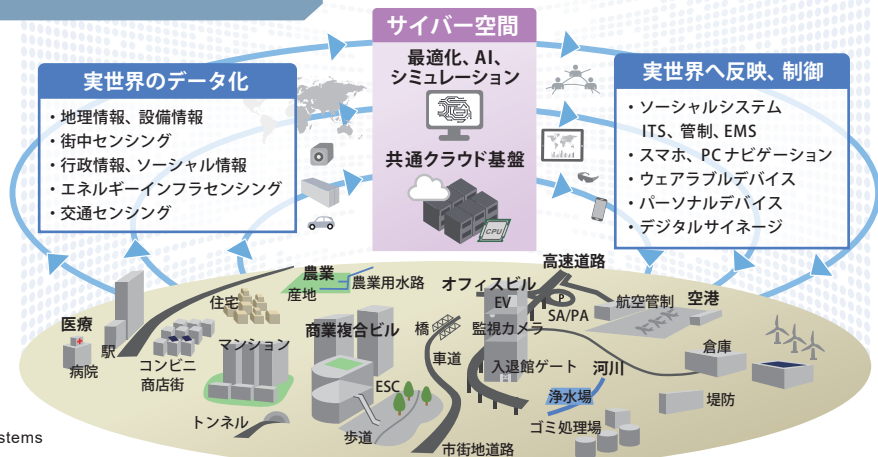
1993年 早稲田大学 理工学部工業経営学科 卒業  
1998年 東京工業大学大学院 情報理工学研究所  
数理・計算科学専攻 博士課程修了: 博士(理学)  
1998年 京都大学大学院 工学研究科建築学専攻 助手  
2002年 東京電機大学 理工学部数理科学科 助教授  
2007年 中央大学 理工学部経営システム工学科 准教授  
2012年 中央大学 理工学部経営システム工学科 教授  
2014年 九州大学 マス・フォア・インダストリ研究所 教授  
2018年 産総研・東工大 実社会ビッグデータ活用  
オープンイノベーションラボラトリー ラボ長  
2023年 東京工業大学 科学技術創成研究院 教授

WEB

<https://sites.google.com/view/fujisawa-lab/>

## サイバーフィジカルシステム(CPS)の構成要素

実社会で起きている現象をデジタル化することによって、より良い現実世界を目指すためのアプリケーション開発が可能となります。CPSにおいてはフィジカル空間(実世界)及びサイバー空間の対によるデジタルツインを構築していきます。



※CPS = Components of Cyber-Physical Systems

国立大学法人 東京工業大学  
科学技術創成研究院  
[www.iir.titech.ac.jp](http://www.iir.titech.ac.jp)



大岡山キャンパス  
東急大井線・目黒線(大岡山駅下車 徒歩1分)  
すずかけ台キャンパス  
東急田園都市線(すずかけ台駅下車 徒歩5分)