

RIST TUS

Research Institute for Science & Technology

東京理科大学 研究推進機構
総合研究院

2019/2020



創薬・バイオ

ヒト疾患モデル研究センター
再生医療とDDSの融合研究部門
アグリ・バイオ工学研究部門
脳学際研究部門
実践的有機合成を基盤とした
ケミカルバイオロジー研究部門
アカデミック・ディテリング・
データベース部門
核酸創薬研究部門
合成生物学研究部門

環境・情報・社会

火災科学研究所
スペース・コロニー研究センター
ものごと双発研究部門
大気科学研究部門
超分散知能システム研究部門
インテリジェントシステム研究部門
先端都市建築研究部門

RIST TUS

Research Institute for Science & Technology

構造材料・機械・流体・建築

マルチスケール界面熱流体力学研究部門
先進複合材料・構造CAE研究部門

基礎・計測

赤外自由電子レーザー研究
イメージングフロンティア
数値モデリングと数学解析
現代代数学と異分野連携

物質・材料

光触媒国際研究センター
ウォーターフロンティアサイエンス&テクノロジー研究センター
太陽光発電技術研究部門
先端ECデバイス研究部門
先進農業エネルギー理工学研究部門
ナノカーボン研究部門
界面科学研究部門

研究センター

文部科学省等の公的資金の支援を
受けた組織

研究部門

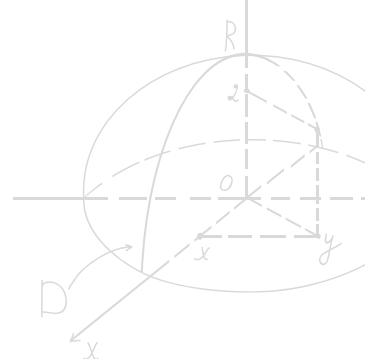
学内の研究資金により組織する
総合研究院の中核的研究組織

共同利用・共同研究

文部科学省より共同利
究拠点として認定され、学
者を行う先端的共同研究

“領域”

共通の研究テーマをもつRIST「グループ」を「領域」としてまとめ、
緊密な意見交換に基づく連携研究を追究しています。



総合研究院長挨拶

総合研究院は2015年4月1日に旧総合研究機構を改組し、設立されました。研究における大学の研究水準の向上と我が国および世界への貢献をめざした連携・協力組織として研究推進機構が設置され、そのもとに、総合研究機構から名称を変更した総合研究院が位置づけられています。この総合研究院から、国内のみならず、世界水準の質の高いオリジナルな研究を発進することが期待されています。

研究部門を主体とした研究組織に加えて、研究センター、共同利用・共同研究拠点を統合し、本格的な研究推進組織の実現を図り、現在の構成は、7研究センター、21研究部門、および2共同利用・共同研究拠点です。これほど大きな横断的研究組織を持つ私立大学は稀であります。

総合研究院の具体的な目標は、それぞれの学問分野の基礎についての徹底した理解を踏まえた上で基礎および応用の区別を超えた分野間の実質的な連携を追求し、学内・外および国内・外の壁を取り払って研究を積極的に実施し、本学の教員人事の流動性・機動性の強化、並びに社会とのつながりの強化等の実現です。このような活力と可視化できる成果と求心力に富んだ魅力溢れる研究環境を活かして、次世代の社会を担う創造性豊かな、多様性に富んだ多くの優れた人材が輩出されることが期待されています。

また、国際連合が2015年にSDGs（持続可能な開発目標）を定めましたが、総合研究院では環境問題やエネルギー問題を意識した研究をそれ以前より進めてきました。例えば、光触媒国際研究センターでは、環境・エネルギー問題を解決する科学技術としてその将来性が非常に注目されている光触媒の研究開発に加え、安倍首相がダボス会議で触れ、全世界で研究が活発化しているカーボンリサイクルにも今後強力に関わって行く予定です。また、宇宙での極限環境下で人間が長期間滞在するために必要な技術の研究開発を行うスペース・コロニー研究センターでは、排熱エネルギーの再利用や、水や空気の再利用、自給自足に必要な食糧の生産等、地上でも利活用可能な技術の高度化の実現を目指しています。

地球規模で起きている気候変動等の諸問題の解決には、いろいろな分野が相関しているため、個々の技術で対応できるようなものではありません。理工系総合大学としての幅広い技術力を結集し、横断的に取り組むことが重要となってきます。

研究戦略・産学連携センター（URAセンター）とも協同し、社会の要請に応えるべく、自然科学における基礎並びに応用の諸分野に関し、横断的、総合的な研究を行うシステムを整え、センターや部門間の壁を取り払い、相互に連携し、理科大ならではの新しい学問の流れと成果を着実にあげられるようにしたいと思っています。

センター
センター
研究部門
研究部門

拠点

用・共同研
究の研 究
拠点

東京理科大学総合研究院長

高柳英明



INDEX

物質・材料

- 06 光触媒国際研究センター
- 07 ウォーターフロンティアサイエンス&テクノロジー研究センター
- 08 太陽光発電技術研究部門
- 09 先端ECデバイス研究部門
- 10 先進農業エネルギー理工学研究部門
- 11 ナノカーボン研究部門
- 12 界面科学研究部門

構造成材料・機械・流体・建築

- 13 マルチスケール界面熱流体力学研究部門
- 14 先進複合材料・構造CAE研究部門

創薬・バイオ

- 15 ヒト疾患モデル研究センター
- 16 再生医療とDDSの融合研究部門
- 17 アグリ・バイオ工学研究部門
- 18 脳学際研究部門
- 19 実践的有機合成を基盤としたケミカルバイオロジー研究部門
- 20 アカデミック・ディテリング・データベース部門
- 21 核酸創薬研究部門
- 22 合成生物学研究部門

環境・情報・社会

- 23 火災科学研究所
- 24 スペース・コロニー研究センター
- 25 ものごと双発研究部門
- 26 大気科学研究部門
- 27 超分散知能システム研究部門
- 28 インテリジェントシステム研究部門
- 29 先端都市建築研究部門

基礎・計測

- 30 赤外自由電子レーザー研究センター
- 31 イメージングフロンティアセンター
- 32 数理モデリングと数学解析研究部門
- 33 現代代数学と異分野連携研究部門



Only at

共同利用・共同研究拠点

- 34 火災安全科学研究拠点
- 36 光触媒研究推進拠点

Focus

- 37 総合研究院特別アカデミー

総合研究院沿革・総合研究院組織図

- 38 総合研究院沿革
- 39 総合研究院組織図
交通アクセス

The Edge of Cross Disciplines

研究センター・研究部門紹介

2019/2020



TUS

光触媒国際研究センター

Photocatalysis International Research Center (PIRC)

センター長
栄誉教授

藤嶋 昭
Akira Fujishima



目的	セルフクリーニング、環境浄化、人工光合成を三本柱とした光触媒に関する研究を行い、光触媒技術を新たなステージへと進化させる研究開発を目的とします
今後の展開	光触媒市場の裾野を拡大させるオリジナルかつ世界最先端の成果を出し、光触媒研究の中核となるよう、世界規模での拠点を目指します

光触媒にはまだまだ様々な可能性やチャンスがあり、それに向かってチャレンジしていくことが重要であると考えています。本センターが中核となって、光触媒によるグリーン・イノベーションを担う優秀なグローバル人材を育成するとともに、世界中に情報発信し、光触媒の普及・発展をリードしていこうと考えています。

光触媒技術の深化による実用的な環境浄化・エネルギー創成に関わる総合システムの構築

センター設立に至る経緯

本センターは光触媒及び関連分野の競争力強化のために必要な光触媒総合システムの戦略的研究開発と、光触媒によるグリーン・イノベーションを担う優秀なグローバル人材を育成する拠点として、経済産業省「イノベーション拠点立地支援事業（技術の橋渡し拠点整備事業）」に採択され、前身のエネルギー・環境光触媒研究部門を発展的解組し、平成25年4月にスタートいたしました。

光触媒の応用と現状の課題

光触媒は日本発かつ日本が世界をリードする科学技術の一分野であり、エネルギー・環境問題を解決する科学技術としてその将来性が非常に注目されています。現在、主に使用されている光触媒の代表例としては「酸化チタン」が挙げられます。酸化チタンに太陽光などに由来する紫外光が当たると、「酸化分解力」と「超親水性」の二つの機能が発現します。「酸化分解力」は消臭、抗菌、防汚などに、「超親水性」は防曇、防汚（セルフクリーニング効果）などに有効です。さらに、まだ実用化には至っていませんが、光触媒のホンダ・フジシマ効果による水の水素、酸素への完全分解は人工光合成の可能性の観点から、長年活発な研究開発が続けられています。

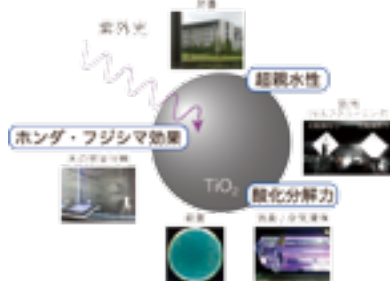


図1 光触媒作用とその応用

近年の光触媒及び関連する技術は、住宅関連分野、浄化機器分野、生活・医療分野を中心に応用展開され、光触媒評価の標準化（ISO）に関する国際協同事業も進行しています。しかしながら、いくつかの課題は依然として残されたままです。例えば、蛍光灯の光でも屋内を十分浄化できる高効率可視光応答型光触媒の開発や、細胞生物学・微生物学や光線力学療法を融合させた殺菌・治療技術の確立が挙げられます。実用的な量の水素を生成できるような光触媒水分解システムの構築は、光触媒反応発見以来の重要な課題であり続けています。さらに、二酸化炭素の削減とその資源化に関する人工光合成の確立など、国家レベルで取り組まれている課題もあります。

センターが目指すこと

光触媒国際研究センターでは、これまでの研究実績を基に現状の課題克服を目指します。同時に、産学官の協同による実証研究を通じて、光触媒を実用的な環境浄化・エネルギー創成に関わる総合システムとして開発していきます。

センターにおける研究体制

本センターは、最先端の研究を遂行すると同時に、学内外の研究者が参加できる光触媒研究拠点の形成を目指しています。本センターの特色として、国内外からの若手研究者を参画させることで、人材育成と国際交流を図る点が挙げられます。また、外部の研究機関や産業界からの共同研究者をお迎えして、基礎研究から製品化・市場開拓まで幅広く取り組む点も特色として挙げられます。これらの特色を活かし、光触媒研究を総括的に進めていきます。

本センターでは、光触媒に関連する要素技術を便宜上3つのユニットに分けていますが、互いに連携し合い、ユニットごとに開発した要素技術を集積し、

光触媒の高性能化、さらには新機能創成に向けた開発を進めています。公的機関や民間企業にも参画していただき、光触媒産業の活性化のための市場開拓も行えるような体制を整えています。

本センターでの活動を通じて、社会的関心が高いエネルギー・環境問題解決に向けたサイエンス・テクノロジーの一分野が打ち出されるものと期待できます。さらに、材料開発やその製造プロセスに関する成果は、周辺の研究分野への大きな波及効果が期待されます。

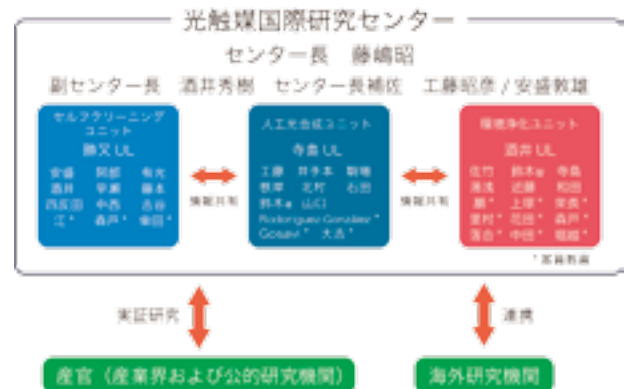


図2 光触媒国際研究センターの体制図

研究テーマ

セルフクリーニングユニット

光触媒セルフクリーニングは、主に酸化チタンが紫外光照射下で発現する「酸化・分解」と「超親水性」の2つの機能を利用したもので、広く応用展開されています。しかし、有機ガラスや車輻への高耐久性光触媒被膜の形成や、室内光源の変化（蛍光灯から白色LEDランプ）への対応など重要な課題も多いです。本ユニットでは外装・内装材用セルフクリーニング材料、光触媒材料の塗装・コーティング技術などの研究を進めています。具体的には、光触媒微粒子の形態制御、コーティング基材の検討（形状加工、無機・有機基材の探索など）、機能材料との複合化の検討（有機高分子・ガラスとの複合化など）、可視光応答型光触媒材料の探索などに取り組んでいます。

人工光合成ユニット

光触媒を用いて太陽光によって水を分解し水素を作り出す技術、二酸化炭素を還元し炭化水素などのエネルギー資源に変換する技術は、人工光合成としてクリーンなエネルギー創成システムとして近年盛んに研究が行われている分野です。人工光合成の研究は、1972年にNature誌で発表されたホンダ・フジシマ効果に端を発しますが、現在においても変換効率が低く実用化には至っていません。そこで本ユニットでは、水分解に活性な新規光触媒の開発、高効率二酸化炭素還元用電極・光電極の開発などに取り組んでいます。また、太陽光を有効利用する観点で、発電・蓄電との組み合わせなど総合システムも検討しています。

環境浄化ユニット

光触媒の強い酸化力が抗菌・抗ウイルスに有効であることは、比較的早い段階で知られており、光触媒塗布タイルなどが手術室の内壁材として導入されています。本ユニットでは光触媒の殺菌メカニズム解析や光触媒を用いた芽胞形成菌の不活化に関する基礎研究を行っています。また、光触媒のバイオ応用に関する研究として、光触媒を用いた種子の発芽率の向上や光触媒を用いた希少糖の合成にも取り組んでいます。

ウォーターフロンティアサイエンス & テクノロジー研究センター

Water Frontier Science & Technology Research Center

センター長
理学部第一部化学科 教授

由井 宏治
Hiroharu Yui



目的	健康長寿で持続可能な社会の実現に貢献する水の科学と技術の発展を目標とします。そのために再生医療・低摩擦材料などの技術革新につなげる、材料表面における水の構造・濡れ・流れの統合的学理の構築を目指します
今後の展開	材料表面の水の学際研究拠点として、学内の研究者はもちろんのこと、学外の企業・医療機関、また国際的な連携体制のもと研究・教育活動を展開します

平成 28 年度から始まった文部科学省の私学ブランディング事業に基づく研究センターです。学内外の関連する研究者はもちろん、若手研究者や本学学生の皆さんと、生命の源である水の学理の探求と様々な技術への応用を通じて、水と材料にまつわる学術の発展と、豊かで住み心地の良い社会への貢献を目指します。

物質・材料の表面・界面における水の構造・濡れ・流れの統合的理解とその工学的応用

「水」は様々な分子を柔軟に包むことのできる身近で基本的な物質です。我々の身体の中では、水は生体組織を満たしその構造化と維持を助け、また必要な酸素や養分をすみずみの細胞まで輸送するなど、生命活動にとって必要不可欠な役割を果たします。さらに日常生活環境、すなわち適度な湿度と大気圧のもとでは、我々の生活を支える身の回りの様々な物質や材料の表面にも必ずと言ってよいほど存在しています。これらの物質・材料表面に存在する水は目では見えませんが、高度な生命活動の維持、触媒や機械を用いたものづくりや、自動車・船舶・航空機などの輸送機器や、人工心臓や血管などを構成する材料表面の機能に大きく影響します。

しかし、身の回りの材料表面は、原子・分子レベルに比べて大きな凹凸が存在したり、環境に応じて変化する化学的な置換基に覆われたりしており、また、生体組織では多種多様な生体高分子が3次元的に構造組織化されているなど、極めて複雑な場であることが一般的です。このような物質・材料表面に存在する水分子を例えばナノスケールで選択的に計測することは、これだけ科学技術が進んだ現在でも大変難しい課題です。同様にこのような場合は、理論や計算シミュレーションによる取り扱いにとってもチャレンジングな課題となります。一方で、革新的なこれまでの延長線上にない技術を生み出すには、このような場における基礎的な水の性質と挙動を理解する事が必要不可欠です。そして、その学理の構築のためには、①ナノレベルの形状や表面の化学修飾状態などがきちんと規定された物質・材料表面を作製する材料開発技術、②動作環境下で表面・界面選択的な高空間・高時間分解計測を実現する計測技術、及び③スケールを跨いでモデリングできる理論解析・シミュレーション技術による、三位一体の取り組みが欠かせません。すなわち専門分野の垣根を越えた多くの研究者の連携・協力体制が不可欠といえます。

このような中、ウォーターフロンティアサイエンス&テクノロジー研究センター (Water Frontier Science and Technology Research Center, W-FST) は、平成 28 年度から始めました文部科学省による私立大学研究ブランディング事業を受け、事業名「材料表面・界面における水の学際研究拠点の形成」のもと、その中核を担う目的で設立されました。数多くの物質や材料表面においてその特性や機能発現に決定的な役割を果たしている水。当センターではこのような物質・材料表面におけるナノスケールにおける水の「構造」、そしてナノからミクロ、そしてマクロに至る水の動態である「濡れ」と「流れ」に至る基礎科学の確立を目指します。そして水の有する時間・空間におけるマルチスケールのな性質を統合的に理解し、制御することで、省エネルギーに貢献する低摩擦・低摩擦表面材料の創出や、再生医療に資する生体適合性の高い機能性材料の開発などを目指しています (図 1)。そして得られた研究成果を世界に広く発信することで、学術界・産業界、そして未来社会への貢献を目的としています。



図 1 本センター設立の背景と、将来に向けた分野横断的研究の取り組み

センターを構成する 6 つの研究グループ

W-FST センターの内部は、専門的見地から集中した議論を可能とし、小回りの利く以下の 6 つの研究グループ (G1 ~ G6) に分けて、研究を効率的に推進する計画です (図 2)。

- G1 「物質・材料表面グループ」
- G2 「バイオ界面グループ」
- G3 「濡れと流れの基礎科学グループ」
- G4 「水の基礎的理論・シミュレーショングループ」
- G5 「流体計測・制御技術グループ」
- G6 「水環境分析応用グループ」

各グループには、ナノスケールで構造が規定された機能性材料を創成する研究者、高度な計測技術を開発する研究者、理論解析やシミュレーションの計算に長けた研究者等が一堂に会し、これまで解決が困難であった具体的な課題に対して三位一体体制で研究を推進していきます。また各グループ間でも相互に連携しつつ、センター全体として、物質・材料表面の水の科学と技術の研究拠点として世界的にみても特徴のある活動を展開していきます (図 2)。

G1, G2 は、ナノメートルスケールで精密に設計された材料表面を創り、その表面における水の構造と挙動、また、材料の機能との関わりを研究します。G1 は主として低摩擦やエネルギーの安定した貯蔵を助ける省エネルギー材料、G2 は、関節軟骨などの再生医療に役立つ生体高分子材料を扱います。これらの物質表面の水の構造や動態を、その動作環境下で選択的に計測できる手法の開発も目指します。

G3, G4 は、ナノ～マイクロメートルスケールで精密に設計された材料表面における、水のナノスケールの吸着・水和構造や、ミクロからマクロに至る濡れや流れといった水の挙動の基礎を研究します。材料表面におけるミクロな水の吸着・水和構造は、親水性や撥水性といった材料表面の機能発現を通じて、マクロな濡れや流れにも大きな影響を与えるため、これらを統合したマルチスケールな理論とシミュレーションの構築を目指します。

G5, G6 は、ナノスケールで表面制御された材料や、濡れや流れの高度な制御に基づく診断・分析デバイスの開発や、水の何でも溶かし込む性質を巧みに利用した高度な食品・環境分析方法の開発等を通して、環境に優しい化学反応場の構築を目指します。我々の健康と環境を守り、エネルギーの浪費を防ぐ持続可能で豊かな社会の実現には、これらのデバイスや環境分析技術が欠かせません。

G1, G2 で開発された材料、G5, G6 で開発されたデバイスや環境分析結果が、G3, G4 の研究・解析の舞台になり、G3, G4 で得られた基礎学術的知見は、G1, G2 における材料開発、G5, G6 のデバイス設計開発や環境分析に活かされます。



図 2 本センターを構成する 6 つのグループの役割と分野横断的な連携

太陽光発電技術研究部門

Photovoltaic Science and Technology Research Division

部門長
理工学部電気電子情報工学科
教授

杉山 睦
Mutsumi Sugiyama



前身が2010年に発足した太陽光発電技術の研究部門です。材料デバイスからシステムに至る専門分野の異なるメンバーで構成しています。2015年の改組に当たり研究を究極の環境軽負荷太陽光発電技術開発に的を絞り、インフラストラクチャとしての太陽光発電の確立を目指しています。

目的	材料デバイスからシステムに至る太陽光発電技術の垂直統合により、究極の環境軽負荷太陽光発電技術を開発し、地球温暖化の抑制に貢献することを目的とします
今後の展開	専門分野の異なる部門メンバーの積極的な交流により、共同研究を推進すると共に次世代太陽光発電技術の斬新なコンセプトを創出します

環境への影響が極めて小さい材料からシステムに至る太陽光発電技術に関する研究

部門設立の背景と目的

21世紀の人類にとって最大の課題である地球温暖化問題の解決には、エネルギーを石炭、石油、天然ガスなどの化石エネルギーから太陽光、風力、バイオマスなどの再生可能エネルギーへと大幅にシフトすることが求められています。再生可能エネルギーの中でも太陽光発電が最も期待され、世界における太陽光発電システムの設備導入量はうなぎ登りに伸びており、累積設備導入量は2018年末に約500GWに達しています（標準的な原子力発電所1基=1GW）。このため、電力インフラストラクチャとして従来に比べてより安全で環境に極めて優しい太陽光発電技術の研究開発がさらに求められています。

このような背景の下、前身の太陽光発電研究部門では、学内の太陽光発電関連研究の活性化を図り、国内外にその研究成果を発信し、地球温暖化問題の解決に取組んできました。地球温暖化問題の解決にさらに貢献するため、研究を究極の環境軽負荷太陽光発電技術開発に的を絞り、インフラストラクチャとしての太陽光発電の確立を目指して、前身の太陽光発電研究部門を継承して本研究部門が2015年に設立されました。

部門の構成メンバー

本研究部門は、表1に示す14名で構成されています。物理、化学、電気・電子、材料、システムを専門分野とする多様なメンバーで構成され、太陽エネルギー利用技術の開発を目的として一堂に会して議論を深め、シナジー効果による大きな発展を目指す体制になっています。環境軽負荷太陽光発電技術開発に的を絞り、高効率太陽電池、モジュール、太陽光発電システムの実現に向けた体制を取っています（図1）。

表1 太陽光発電技術研究部門の構成メンバー				
本務となる所属	職名	氏名	学位	主な研究分野
理工学部 電気電子情報工学科	教授・部門長	杉山 睦	博士(工学)	半導体材料工学 薄膜太陽電池
理学部第二部 物理学	教授	趙 新為	工学博士	半導体ナノ材料工学 薄膜太陽電池
理学部第二部 化学科	教授	秋津貴城	博士(理学)	錯体化学、有機無機複合材料の太陽電池
工学部 工業化学科	准教授	永田衛男	博士(工学)	有機系太陽電池 人工光合成
工学部 電気工学科	准教授	植田 謙	博士(工学)	太陽光発電システム
理工学部 電気電子情報工学科	准教授	近藤潤次	博士(工学)	太陽光発電システム パワーコンディショナ
基礎工学部 電子応用工学科	准教授	生野 孝	博士(工学)	ナノエネルギー変換材料、光電変換素子
理学部第二部 化学科	助教	原口知之	博士(理学)	錯体化学、色素増感型太陽電池
理工学部 電気電子情報工学科	助教	金 博男	博士(材料工学)	化合物半導体太陽電池
工学部第二部 電気工学科	嘱託教授	谷内利明	工学博士	エネルギー変換工学 太陽光発電システム
総合研究院	客員教授	中田時夫	工学博士	半導体材料工学 CIGS系太陽電池
公立諏訪東京理科大学 工学部	客員教授	平田陽一	博士(工学)	エネルギー変換工学 太陽光発電システム
公立諏訪東京理科大学 工学部	客員教授	渡邊康之	博士(工学)	有機薄膜太陽電池 有機エレクトロニクス
愛媛大学 大学院理工学研究科	客員教授	白方 祥	工学博士	CIGS系太陽電池 半導体物性

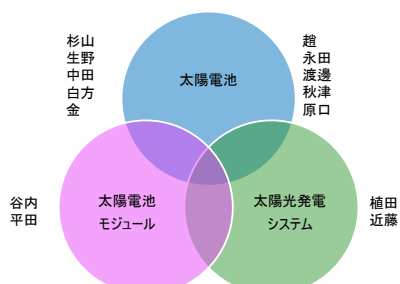


図1 太陽光発電技術研究部門の体制

メンバーの研究活動

- 環境軽負荷太陽光発電技術開発として以下の研究テーマを取上げています。
- ・省エネルギーで環境負荷の小さいプロセスによる、有機薄膜、無機薄膜太陽電池の開発を進めています。
 - ・「作るとき、使うとき、捨てる時に人と環境に優しい」、CdやPbなどの有害物質フリー太陽電池の開発を進めています。
 - ・太陽エネルギーを無駄なく利用できる、波長スプリティング技術によるタンデムモジュールや太陽電池・熱素子タンデムモジュールの開発を進めています。
 - ・植生保全や農業との両立が可能なソーラシェアリング、ソーラマッチングモジュールの開発を進めています。
 - ・発電した電力を無駄なく利用できる、高性能エネルギーマネジメント技術による太陽光発電システムの開発を進めています。
 - ・発電単価低減に寄与する、自己診断・修復機能を備えた長寿命太陽光発電システムの開発を進めています。
 - ・発電量予測技術に基づいた太陽光発電システムの最適構成・運用技術の開発を進めています。

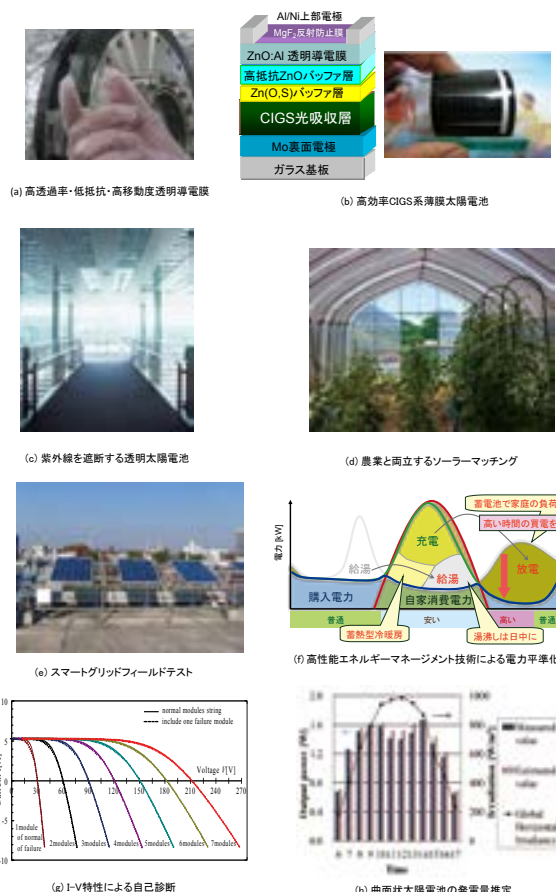


図2 太陽光発電技術研究部門の研究内容

先端 EC デバイス研究部門

Advanced EC Device Research Division

部門長
理工学部先端化学科 教授

板垣 昌幸
Masayuki Itagaki



先端 EC デバイス研究部門では、蓄電・発電デバイスに関わる化学・機械・システム工学・バイオ系分野などの専門家が一同に介し、それぞれのノウハウを持ち寄ることで、各要素技術を結集した分野融合的な研究を実現し、「Only at TUS」ブランドの新規電気化学デバイスの開発を目指しています。

目的

素材からシステムまで一貫した開発体制と相互連携により、要素技術を集約したデバイス設計を実現するとともに、デバイス指向型の評価・解析手法を確立することで、理科大オリジナルのエネルギーデバイスを創製する

今後の展開

材料の開発・スクリーニングと、デバイスの評価・解析に関する技術を基軸として、キャパシタ、燃料電池、リチウムイオン電池の開発を推進する

「Only at TUS」の先端 EC (電気化学) デバイスの創製

部門設立の背景と目的

自動車用電源やスマートグリッド向け、自然エネルギーの主力緩和やバックアップ電源に用いる定置用電源として、蓄電・発電デバイスが着目されており、特にキャパシタ・燃料電池・リチウムイオン電池の世界市場は、今後 5～10 年で大きく成長すると予測されています。一方、電子機器の小型化・多様化に伴い、いつでも、どこでも、だれでも利用できる安全かつ小型なユビキタス電源（特に出力および容量密度が高い小型電池）の需要も依然高まっています。また、ウェアラブルなデバイスが注目されるなか、電気化学デバイスによる健康管理もメディアに多く取り上げられています。

このように EC（電気化学）デバイスの用途は極めて多種多様なものとなっており、既存の分野に捉われない分野融合的なデバイス開発が必須となっています。また、デバイスの用途の多様化により、原子～マイクロレベルの構造制御に対する要求に加えて素材そのものにも多様化が求められるようになり、分野横断的な材料スクリーニングとテーラーメイドの材料設計の両立が必要不可欠となっています。さらに、複数のデバイスの利点を生かした新機軸のデバイス創出に対する期待も大きいです。したがって、高性能 EC デバイスの実現には、各種蓄電・発電デバイスに用いられる種々の素材からシステム構築に関する専門家がそれぞれのノウハウを持ち寄り、相互連携して研究を行うことで、素材・デバイス共にブレイクスルーを起こす必要があります。また、多種多様な用途に適したデバイスを提案するためには、従来の基礎化学としての評価・分析手法を、デバイス指向型に発展させ、用途に応じた材料・システム設計を提案することが必要不可欠です。

本研究部門の特色は、キャパシタ・燃料電池・リチウムイオン電池に関わる研究者が一堂に会し、新規コンセプトによる電気化学エネルギーデバイスを素材からシステム開発、さらにその評価・解析まで一貫して推進することにあります。これにより時代・ニーズに柔軟に対応できる「Only at TUS」の先端 EC デバイスの開発を目指します。

研究テーマ

電気化学キャパシタグループ

デバイス開発のキーとなる電極材料の研究では、作動電圧の向上が期待できる多孔質ダイヤモンド薄膜、導電性ダイヤモンド粒子の開発、細孔サイズの異なるメソポーラスカーボンの作製により原子からマイクロレベルで構造制御された電極を創製し、高エネルギー密度かつ高出力密度用電極材料を開発します。さらには、イオン液体/電極界面における特性解析に基づく最適な組み合わせの検討、擬似容量を示すレドックス高分子・無機ナノシートの開発、マイクロスーパーキャパシタの開発も行います。また、リチウムイオン電池グループとの連携により、容量と出力のバランスを制御したリチウムイオンキャパシタの開発にも取り組みます。

このような分野融合的な相互連携により、各要素技術を様々に組み合わせて、新機軸のキャパシタを開発します。

燃料電池グループ

本グループでは大きく分けて小型かつウェアラブルなバイオ燃料電池および高出力かつ安定な固体高分子形燃料電池の 2 つに焦点を絞って開発を行います。

小型かつウェアラブルなバイオ燃料電池では、紙および転写シートを利用した印刷型ウェアラブルバイオ燃料電池の開発を行います。例えば、尿に含まれる糖分で発電する燃料電池は高齢者の介護（尿の検知・健康診断）に役立ちます。また、発汗中の乳酸をモニタリングできる燃料電池は、アスリートの健康

管理に利用できます。ウェアラブルなデバイスの開発には、印刷型ペーパーデバイスの開発、酵素に適したメソ孔を有する炭素材料の開発を行います。

固体高分子形燃料電池の開発では、安定かつ高出力化が可能な電極材料として導電性ダイヤモンド触媒担体へ担持した金属錯体原料の電極触媒の開発を行います。また、新規シリコン系・炭素系高分子電解質を新たに用います。

さらには、固体酸化物形燃料電池と直接メタノール燃料電池のシステム開発とバイオマス原料からの水素製造ならびに評価に取り組みます。また、燃料電池の電極構造および反応機構のオペランド（実動作下）解析を組み合わせたことで、素材からシステムまで一貫した研究を推進し、高出力デバイスの開発を目指します。

リチウムイオン電池グループ

リチウムイオン電池の用途の多様化に対応するため、原子からマイクロレベルで構造制御された高容量電極の作製に加えて、高速マテリアルスクリーニングとデバイス指向型の評価・解析を実施し、材料の最適化と新たなデバイスの開発を目指します。

ナノ・マイクロ構造の最適化については、ソルボサーマル法等の液相法による微粒子作製及びコーティング技術による利用効率の改善を検討します。さらに、静電噴霧堆積法による多孔質電極の作製を行います。また、材料探索については、コンビナトリアル法による高速合成・高速物性評価と、実験と計算化学を併用した原子配列モデリングに基づくマテリアルスクリーニングを行います。

さらに、種々の作動条件下における電池特性の劣化機構を、電気化学特性の評価と、量子ビームを用いた原子・電子レベルの解析で検討します。評価・解析結果を材料探索にフィードバックし、使用目的および作動条件に応じたデバイス設計を提案します。

以上のグループ内・グループ間の相互連携により、「Only at TUS」の EC デバイスの開発を目指します。



先進農業エネルギー
理工学研究部門

部門長

公立諏訪東京理科大学 工学部機械電気工学科
教授

渡邊 康之
Yasuyuki Watanabe



目的

理工学を主体とした電気電子工学、応用生物科学科や経営情報学科等のあらゆる学内外研究者が次世代農業技術の開発に参画し、エネルギーの地産地消、地方創生、TPP 問題等の課題を解決することを目的とする

今後の展開

「電気・農業生産の自給自足を可能とするスマート農業技術」を実現し、世界市場における次世代農業分野の発展の鍵となる理科大独自の技術を開発する

人の生活に欠かせない電気は、エネルギーと情報の2つの形態で利用しています。一方、植物は、電気を利用しているわけではなく、太陽光をエネルギーと情報として活用しています。本部門では、人間に必要な電気と農作物に必要な光を太陽光エネルギーから同時に得る方法を理工学の観点から探求することに特徴があります。

農業生産と両立できる光透過型有機薄膜太陽電池を基盤とした次世代農業技術の確立



本部門設立の理念

2100年に世界人口が100億人を突破すると言われる中で、世界的なエネルギー・環境・食糧問題を解決するために、農業市場及び産業構造の変化を予測し、大学の基礎研究として先手を打つことで、新たな価値を世の中に提供する場を構築する。

ソーラーマッチングを基盤とした革新的な農業工学

農地の上に隙間を開けて太陽光パネルを設置する「ソーラーシェアリング」に注目が集まっているが、図1に示すようにパネルの影による農作物への影響や高い設置コスト等の課題がある。上記課題に対し、農作物栽培に必要な光（青と赤）を透過し、それ以外の光（主に緑）で発電可能な有機薄膜太陽電池を用いた「ソーラーマッチング（農業用 OPV）」を提案し、農作物栽培と太陽光発電の両立が可能なことを実証した。今後、本技術を基盤に圃場や太陽光利用型植物工場等の施設園芸における作物の収穫量向上技術を開発するための科学的検証を行う。

本研究部門では、東京理科大学が持つ理工學の技術と諏訪東京理科大学が持つ農業関連の工学技術を融合させ、「ソーラーマッチング」による農業と発電の両立やIoTの活用による農業の生産性の向上、省力化など「革新的な農業工学」を社会に提供し、日本の農業と産業の進展を図ることを目的とする。

メンバーと担当分野

■東京理科大学

- ・ 朽津和幸 教授 (植物生理学)
- ・ 韮達也 教授 (光合成)
- ・ 杉山睦 教授 (透明太陽電池、農業用センサー)

■公立諏訪東京理科大学

- ・渡邊康之 教授（農業用太陽電池、光合成測定）
- ・松江英明 教授（通信・ネットワーク工学、農業 IoT）
- ・松岡隆志 教授（量子情報理論）
- ・山口一弘 助教（画像・信号処理）

■八ヶ岳中央農業実践大学校

- ・奥久司客員研究員（実践農業）

九州大 安達千波矢 研究室 (有機光エレクトロニクス)

- ・中野谷一 准教授（農業用有機 EL 照明）

■株式会社イデアルスター

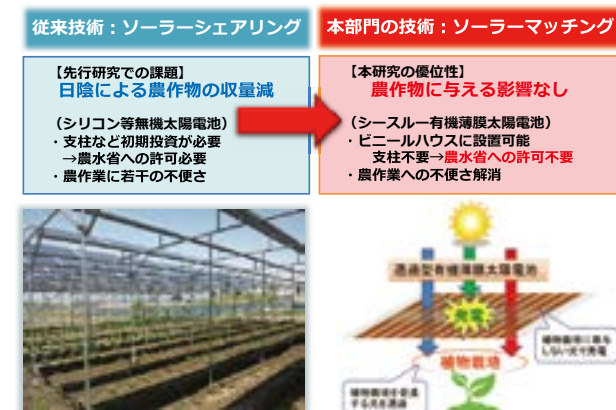
- ・表研次 客員教授（有機薄膜太陽電池）

■北陸先端科学技術大学院大学

- ・下田達也 客員教授（プリンテッドエレクトロニクス）

目指すべき将来像

東京理科大学の研究戦略中期計画の重点課題として掲げられている農水・食品分野の研究力を強化するために、産学連携プロジェクト等の規模の大型化を進めるとともに事業化を目指す。



(a)農地を利用した太陽光発電技術の従来技術と本部門の提案技術



(b)農業IoT技術を駆使した農作物の最適な栽培環境制御技術

ナノカーボン研究部門

Division of Nanocarbon Research

部門長
工学部教養 教授山本 貴博
Takahiro Yamamoto

目的

カーボンナノチューブ、グラフェンに関わる新奇物性の解明とともに、ナノチューブのナノ空間を利用した物質科学およびナノチューブと各種分子との相互作用を利用した物質科学の構築とその応用を目指します

今後の展開

部門内の連携研究によるオリジナルかつ世界最先端の成果を創出し、ナノカーボンの研究拠点を形成します

ナノカーボンに関する研究は多くの研究機関で精力的に行われています。その中であっても、先進的研究者が連携してナノカーボンを総合的に研究する本研究部門はユニークな組織です。特に、理論と実験の緊密な連携研究の遂行に特徴があります。本研究部門から新しい研究領域を創成することを目指して研究を進めます。

カーボンナノチューブとグラフェンに関わる基礎研究および応用研究を展開します

カーボンナノチューブやグラフェンは、炭素の6員環ネットワーク（蜂の巣構造）で構成される低次元（線状および平面状）の物質です。炭素間の共有結合により、単層であっても自己保持できる機械的な強靱性と化学的な安定性を有しています。また、炭素原子の幾何学配置と低次元性にともなう特異な電子構造を持つことから、3次元の結晶にはない物性が現れます。グラフェンが2010年のノーベル物理学賞の対象になったように、カーボンナノチューブ、グラフェンをはじめとするナノカーボンは現在の基礎科学の大きな研究対象となっています。今後、ナノカーボンは産業革命における鉄、情報通信革命におけるシリコンに続き、新たな産業上の革命を担う主役となることが期待されます。

本研究部門は、ナノカーボンに関して先進的な研究を行っている物性理論、物性実験、電気工学、熱工学、生物物理それぞれの分野の専門家が、相互の情報交換および連携によりナノカーボンに関する基礎から応用までの研究を推進することを特色とします。これら先進的研究者が1つの研究部門に集結することにより、テーマ間のシナジー効果が発揮され、研究が大きく加速・発展することが期待されます。

研究テーマ

【ナノ空間の物質科学】

- 構造が制御されたナノ空間として1本のナノチューブを用いた分光実験・電子顕微鏡観察および分子動力学シミュレーションから、水分子をはじめとする各種分子とナノチューブのナノスケールにおける相互作用を調べ、ナノ空間における物質の状態を解明します。また、ナノチューブのポリマーなどとの複合材料としての応用研究を行うと同時に、その際重要になってくるナノチューブと他の物質との相互作用の理解を目指します。
- ナノチューブに吸着された分子や原子、導入された欠陥を含めた広義の複合構造体に対し、その基礎物性を第一原理電子状態計算と、モデル計算の手法から明らかにします。

【ナノカーボン・ハイブリッド材料】

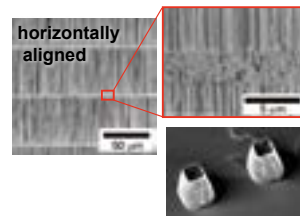
- ナノチューブと生体分子（DNA、蛋白質）の複合体についての構造物性研究を行います。具体的には、カーボンナノチューブの表面をDNA等で機能化した新たなナノバイオデバイスを作製し、生体分子の構造物性が保持されているか、さらには生体分子認識能が保持されているかを検証します。
- 複合構造において本質となるホスト・ゲスト間の相互作用の解明、その物性に及ぼす影響を明らかにします。

【ナノカーボン形成制御】

- シリコンや石英基板上での垂直配向成長、単結晶水晶基板上での水平配向成長といった様々なナノチューブの合成技術をもとに、より詳細な構造の制御を目指し新たな構造制御技術の開発を進めます。
- 新しいナノカーボン合成法としてアーク放電法に着目し、溶液中やそれ以外での合成雰囲気の詳細および放電電極を異種電極に変えた場合を含めて、新しいナノマテリアルの創製方法の開発研究を行います。またグラフェンの新製法を開発します。

【ナノカーボンの物性と機能】

- ナノカーボンを活用したエネルギー変換の物理と材料開発およびデバイス応用を行います。
- ナノカーボンを活用したペーパーエレクトロニクスの基盤を構築します。



界面科学研究部門

Division of Colloid and Interface Science

部門長
理工学部先端化学科 教授酒井 秀樹
Hideki Sakai

すべての固体・液体物質は「表面」を有し、また物質と物質の間には「界面」が存在します。これらの「境界の空間」で生じる現象を理解し、また新しい機能性を有する「界面」を構築することを目的として研究を行っています。化学・物理・機械工学など様々な分野の研究者間の連携、また産業界との連携により、QOL(Quality of Life)の向上に貢献する成果を産み出すことを目指します。

表面・界面の物性評価ならびに新規機能性界面の構築に関する基礎／応用研究

界面科学は、点・線・面・体積(空間)を対象とし、次元・サイズ・形・境界・表裏・連結性などの幾何を要素とし、これらの現象を総括的に体系化する学問の一つです。特に、界面科学の取り扱う研究対象は、三次元のうち、少なくとも一次元がコロイド次元(1 nm - 1 μm)である「粒子」(三次元ともコロイド次元)、「線状(ワイヤー)」(二次元がコロイド次元)、「膜」(一次元のみがコロイド次元)が中心であり、取扱う研究対象が多岐にわたる固有の学問領域となっています。本研究部門では、界面を「異分野を融合した時空間的な機能発現の場」として捉え、従来の界面理論の検証・実証から出発し、新規な物性・機能・理論を創出し、最終的にこれまでにない新規機能性材料を開発することを目指します。具体的な研究対象は、ソフト(有機物中心)・ハード(無機物中心)・ナノ材料、バイオ材料など多岐にわたり、基礎と応用の視点からプロジェクトを推進します。

東京理科大学は、伝統的に「界面科学」を専門とする研究室が各キャンパスに設置されています。このような学問領域を専門とする研究者が集まり、1981年に「界面科学研究所」が設立され、キャンパス・学科横断型の研究所として活発に活動し、その活動は日本および世界において広く認知されているところとなっています。初代部門長である目黒謙次郎教授(理学部)以降、近藤保教授(薬学部)、上野寛教授(理学部)、今野紀二郎教授(工学部)、大島広行教授(薬学部)を経て、2013年からは河合武司教授(工学部)が部門長としてグループを牽引されてきました。さらに、平成20年度～24年度には、「私立大学戦略的研究基盤形成支援事業」に採択され、「界面科学研究センター」としての活動を行ってきました。

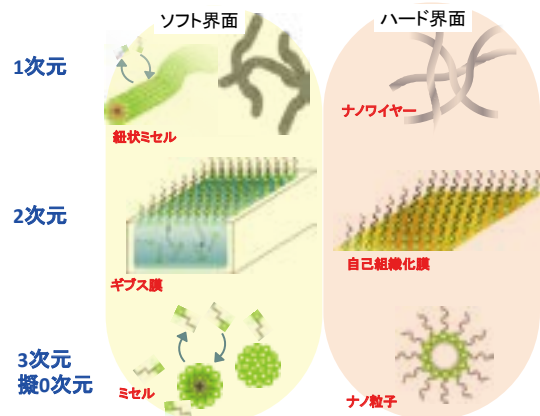
本研究部門では、界面科学の研究対象を、大きくソフト界面とハード界面の2つに分けて、動的な界面現象についての理解を深めることに取り組みます。ここでいうソフト界面とハード界面とは、界面を構成している物質で区別する一般的な定義とは異なり、「ソフト界面」とは界面を形成している分子(原子)が通常の観測時間内に常に入れ替わる動的な界面で、例えば界面活性剤により形成されるミセル(分子集合体)が相当します。一方「ハード界面」は表面構成分子(原子)の入れ替わりが(ほとんど)ないリジッドな界面で、例えば金属ナノ粒子は当然これに該当します。

本研究部門の特色は、化学・物理・バイオサイエンス・理論化学などの側面から界面科学を主題に研究を行っている研究者が、「界面のダイナミクス」と「対象の次元性」を意識しながら、相互の情報交換および連携によって界面現象に関する基礎から応用までの研究を実施することにあります。特に、これまでの5年間でも顕著な成果をあげることができた「光・温度・電気などの外部刺激に応答する刺激応答性界面」について、所属部員が連携して相乗的な成果をあげることを目指します。さらに、これまでは化学分野が中心であったメンバー構成に関して、物理・機械・薬学・理論科学・計測科学を専門とする研究者に加わっていただき、これまで顕著な成果を上げてきた「界面科学を利用したものづくり」に関して、先端計測科学や理論科学の支援を受けて、新たに「界面ダイナミクス／界面での反応機構の正確な理解」を行うことを目標とします。

これらにより、界面ならびに界面反応に関わる静的・動的な挙動や役割、構造についての新しい知見が得られ、それらの成果をもとに、新しい発想での「機能性材料の創製」につなげることが期待されます。

さらに、上述のアプローチにより得られた成果の産業界への発信を本学URAセンターの支援のもと、積極的に推進します。これについても個々の研

究者としての成果のみならず、企業研究者を対象とするセミナーの開催・コンソーシアム設立などの方策により、界面科学研究部門の組織としてのプレゼンスを高めていきたいと考えています。



継続後の3年間の重点課題		「界面現象のダイナミクス解析」 「高機能性刺激応答性界面の構築」	
	ソフト界面	ハード界面	
1次元	線状ミセル、脂質ナノチューブ (酒井秀、河合)	貴金属ナノワイヤー (河合) カラム状分子錯体 (田所)	
2次元	界面活性剤吸着膜 (佐々木、酒井健) 生体模倣高分子膜 (大塚、菊池) 有機機能薄膜 (中山、金井)	自己組織化膜 (佐々木) 生体模倣無機薄膜 (橋詰) ダイヤモンド膜 (近藤剛)	
3次元 (兼0次元)	球状ミセル (近藤行、酒井秀) エマルジョン (酒井健、近藤行) デンドリマー (青木)	クラスター、ナノ粒子 (根岸、河合、酒井秀)	

先端計測科学による界面評価
放射光分析 (中山、金井)
和周波分光 (佐々木)
QCM-D (酒井健)
Cryo-TEM (酒井秀)
小角中性子/X線散乱 (住野)

相乗的連携

理論科学・計算科学
による支援
(住野、金井、後藤)
流体力学による現象解析
(石川)

部門／産業界との連携
・装置メーカーとの連携による
界面評価装置開発
・コンソーシアムの設立

部門の運営については、従来通り、部門メンバーを「ソフト界面」と「ハード界面」を取り扱うグループに分け、さらにそれぞれの界面について、1次元、2次元、3次元の界面に分類して、界面における現象の正確な理解、ならびに界面科学を利用した「ものづくり」研究を推進します。各グループが連携して、次元毎によるソフト界面とハード界面の比較検討を行うとともに、これまで検討が十分ではなかった、「界面のダイナミクス」、すなわち動的界面現象についての知見を深めることに特に力を注ぎます。中でも、これまでの5年間の研究で顕著な成果があがっている「刺激応答性界面」などのテーマについては更に研究を深化して only at TUS の成果を上げ、最終的には、これをキーワードとした外部資金獲得につなげていく予定です。

マルチスケール界面 熱流体力学研究部門

Research division of multiscale interfacial thermofluid dynamics

部門長
工学部機械工学科 准教授

元祐 昌廣
Masahiro Motosuke



本部門では、ナノスケールからマクロスケールまでの、マルチスケール・マルチフェーズにおける異相界面の熱流体現象を取り扱います。若手研究者主体の組織、国際共同研究を積極的に推進しつつ、研究活動を展開しています。

目的	微視的時空間スケールにおける3相界面近傍でのメソスコピック・ダイナミクスに関する知見を多重スケールにおける物質と流体の相互作用の解明と応用へと発展させ、我が国唯一の界面熱流体力学の国際研究拠点の構築を目指す
今後の展開	移動・変形を伴う異相界面の熱・物質輸送現象に関する、多重スケールの描像を確立してその効果的な制御を検討するとともに、国際的な研究活動環境の整備を行う

ナノからマクロまで多重スケールにおける異相界面の熱流体現象の探求・解明・制御

概要

本部門は、2012年から5年間活動した「マイクロ・ナノ界面熱流体力学国際研究部門 (International Research Division of Micro- and Nanoscale Interfacial Thermofluid Dynamics)」を礎に、さらなる研究推進のために2017年に設置された部門です。若手研究者主体の組織体制と国際的な共同研究の積極的実施、という軸を維持しながら、対象とする現象のスケールと分野を拡張し、国内唯一の界面熱流体力学の研究拠点を本学に形成することを目的としています。前部門での研究で得た、微視的時空間スケールにおける異相界面近傍でのメソスコピック・ダイナミクスの理解と応用に関する知見を、マイクロ・ナノスケールだけでなくマクロスケールまでの、多重スケールにおける物質と熱流体の相互作用の解明・制御へと発展させるべく、学内外・国内外の研究者と密接な連携を取りながら研究活動を推進しております。また、これらに関連した国際共同研究体制のさらなる推進も大きな目的のひとつです。

研究内容

本部門では、移動・変形を伴う異相界面を介した熱・物質輸送現象において、ミクロスコピックなダイナミクスをマクロスコピックな描像にまで進化させ、その効果的な制御にまで発展させることを目指しながら、具体的には、
(A) 微小物体との干渉を含んだ「動的濡れ」における固気液3相境界ダイナミクスの解明
(B) 物性分布が存在する系における流動を利用した液滴・粒子制御
(C) 流れ中での細胞とタンパク質との結合と動態
などの研究分野において、学内外の共同研究を積極的に推進して、実施・展開しています。本部門を構成する各メンバーが対象とする空間スケールは図1に示す通り非常に幅広く、有機的な共同研究の実施により、多重スケールをまたぐ現象に対する理解を深めることができ、活発な共同研究や意見交換が可能です。メンバー外の研究者との連携研究も積極的に進めていき、国内外への波及効果も高めていきたいと考えています。

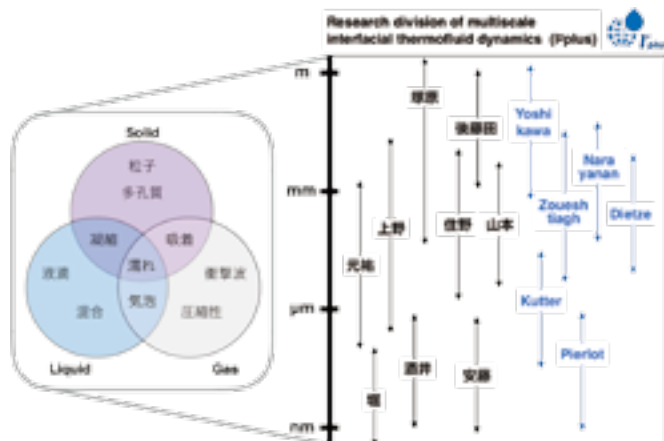


図1 固・気・液の3相界面に生じる熱流動現象を構成する項目と、部門構成員が研究対象とするスケールの相関。黒字は本学のメンバー、青字は海外所属の客員メンバー。

通称「I²plus」

なお、部門の通称である「I²plus」は、Interface（界面）に関するInternational（国際的な）研究活動の推進により新たな付加価値を創出する、という意味で前身部門設立時に名付けられたものですが、Interaction（研究者の相互作用）を大事にして Interdisciplinary（複数分野をまたぐ）かつ Interesting（興味深い）な研究を進展させたい、という本部門の意向ともマッチするため、この略称はある種のスローガンとして、引き続き使用しています。

イベント

研究活動以外にも、オープンな形の研究発表会（I²plus Workshop）や講演会（I²plus Seminar）などのイベントを年数回開催しています。教員や学生による口頭やポスターでの発表、そしてそれに関する活発な議論を交わし、研究者間の異分野間交流を促していきます。また、部門主催の国際シンポジウム（I²plus International Symposium on Interfacial Thermofluid Dynamics）も開催しています。2017年度は、キックオフシンポジウム1回、国際シンポジウム2回、セミナー5回、ワークショップ1回を開催し、2018年度には国際シンポジウム1回、セミナー5回を開催しました。2019年度も、同様のイベントを積極的に開催していく予定です。

国際共同研究体制の確立

また、海外の部門メンバーや研究協力者が所属する大学や研究機関との研究者・学生の相互派遣・受け入れについても、活発に行っております。教員や学生を受け入れ、派遣することで、国際共同研究を進めると同時に、人的交流も深めることを目的としています。部門活動を通じて、本学の国際交流活動の環境整備にも貢献していきたいと考えています。

まとめ

分子スケールからマクロスケールまでの階層的なスケールの多重化を実現し、さらに関連した国際連携研究教育体制のさらなる推進を目指し、界面熱流体分野を世界的に有数な本学の強みとして確立すべく活発な研究活動を展開していきたいと考えています。また、総合研究院の他センター・部門とのInteractiveな共同研究も積極的に進めていく予定です。



図2 第6回I²plusワークショップ (6th I²plus Workshop) (2019年5月9日、於 東京理科大学葛飾キャンパス) での集合写真。行事の通算回数は前身部門から継続。

先進複合材料・構造 CAE 研究部門

CAE Advanced Composite Materials and Structures Research Division

部門長
理工学部機械工学科 教授

荻原 慎二
Shinji Ogihara



目的	炭素繊維強化プラスチック (CFRP) をはじめとする先進的な複合材料とその構造に関して、CAE 技術を用いた工学研究を通して、産学連携を深めると CAE 技術者の大量輩出等を当研究部門の活動の主な目的とする
今後の展開	先進的な複合材料を題材として、多くの CAE 技術者を育成し、各教員ベースで個別に共同研究を通して産学連携を図り、2 年目からこれを大きく発展させる

先進複合材料・構造 CAE 研究部門では、21 世紀の材料と言って過言ではない複合材料を題材として、近年主流の一つとなった CAE 技術を用いた工学研究を通して、産業と強い連携を構築するとともに、「手に職」をモットーに近年需要が増えてきた CAE 技術者を育成し、産業へ輩出することを目指しています。

産学連携を念頭に先進的な複合材料とその構造においてCAEを利用した工学研究を遂行する

先進複合材料・構造 CAE 研究部門では、分子軌道法や分子動力学法による分子レベルでの材料開発や有限要素法、粒子法を用いた破壊シミュレーションから実構造物の設計・成形シミュレーション・破壊解析を通じて CAE を効率的に活用した工学研究を実施し、強固な産学連携の確立を狙う。本研究部門の構成員は、下図のように材料・構造を幅広く網羅できるので、産業のニーズへの適合性を高めることが可能である。すなわち部門が委託・共同研究の大きな受け皿となる。これら研究等を通して育った即戦力 CAE 技術者を産業に大量輩出し、卒業生が躍進することで、国内における東京理科大学のブランド力を高める。

CFRP はこれまで主に航空宇宙分野に用いられてきたが、近年では自動車産業が CFRP を大幅に取り入れようとしている。本研究部門はこれに対して産業で発生している問題（ニーズ）を解決する工学的な研究部門である。具体的には CFRP を自動車産業へ大幅に普及させるためには、CFRP の①成形性、②衝撃特性、③ CFRP 独自の設計の3点の改善が少なくとも求められる。①は

高品質を担保したまま1分でCFRP部品を成形できること、②は衝撃吸収エネルギーを現在の2倍にすること、③は現在金属が用いられている部品にCFRPを代替するのではなく、その成形性や特性を加味したCFRP特有の自動車部品の新しい設計をすること、をそれぞれ改善要素の目標としたい。一方で、近年のコンピュータの性能の向上に伴い、数値解析が極めて身近なツールになりつつある。いわゆるCAEを利用することで、実験コストを大幅に削減し、開発スピードを高める手法が近年では常套手段となりつつある。本研究部門では上記の改善要素を含む様々な研究テーマに対してCAE技術を駆使して解決していく。これらの産業のニーズに即応する工学研究を卒業論文、修士論文、博士論文研究として実施することで、即戦力として社会で活躍できる学生を育てるところに最大の特色を有する。また訓練された有能なOBが産業で活躍し、その卒業生経由で東京理科大が産業からの受託研究を得るというシナジー関係を近い将来に構築することを狙う。産学の強固な連携に基づいて、教育・研究活動を行うところが本研究部門の大きな特徴である。

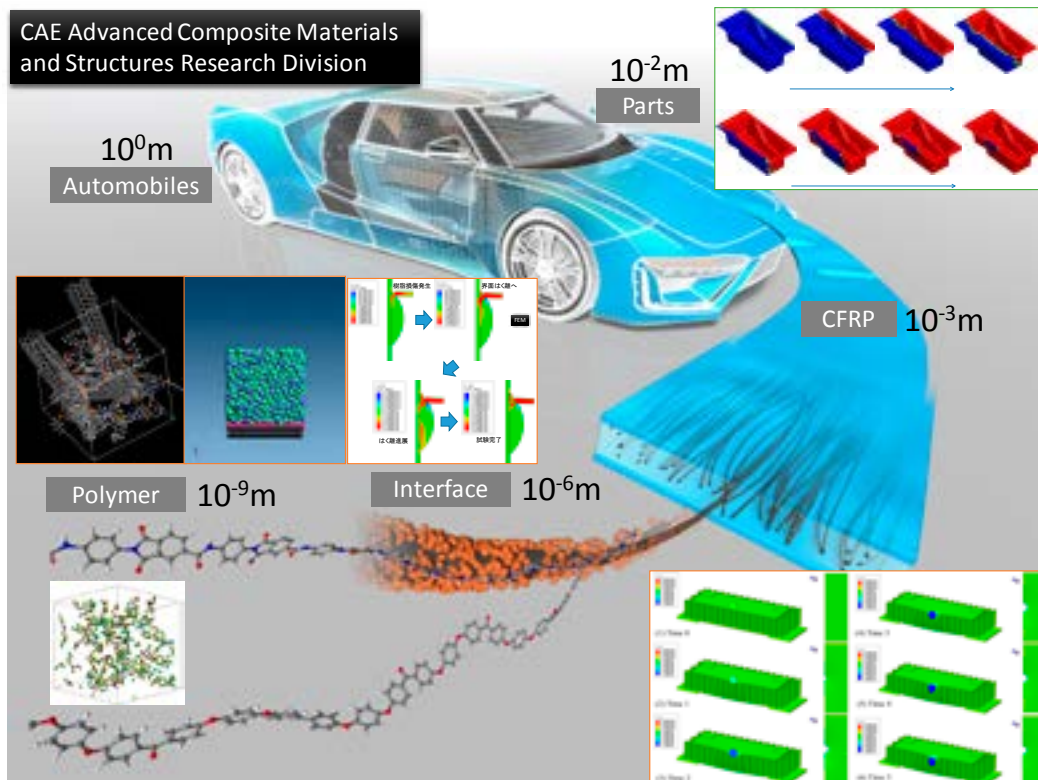


図1 当部門の研究対象の概要 —構成材料の分子レベルから複合材料構造まで—

ヒト疾患モデル研究センター

Center for Animal Disease Models (CADM)

センター長

生命医科学研究所 教授

岩倉 洋一郎

Yoichiro Iwakura



目的

自己免疫疾患やアレルギー、神経疾患、がんなど社会的に大きな問題となっている疾病について、発症に関与する遺伝子の遺伝子改変マウスを作製することにより疾病の発症機構を明らかにし、新たな治療法の開発を行う

今後の展開

学内外の研究者と連携を図り、疾病関連遺伝子の遺伝子改変マウスを作製することにより、疾病の理解と新規治療法の開発を実現する

疾病の発症には多くの遺伝子の働きが関与することが分かってきました。これらの遺伝子の機能や病態形成における役割を明らかにすることができれば、その病気を治す方策を見出すことができるはずです。本研究センターの活動を通して新規の治療薬、治療法が開発されることを確信しております。

遺伝子改変マウスの作製による疾病の発症機構の解明と新たな治療法の開発

センター設立の背景と目的

本研究センターは、私立大学戦略的基盤形成支援事業の採択に基づき 2013 年に活動を開始しました。当初は生命医科学研究所に所属しておりましたが、2018 年度から総合研究院で活動することになったものです。疾患モデル動物はヒト疾患の原因の究明や治療法の開発などのために必要不可欠であり、人類の健康やライフサイエンス研究の進展に大きく貢献してきました。その多くが、遺伝子改変マウスを用いてなされたものであり、遺伝子改変マウスの作製法を開発した研究者が 2007 年のノーベル賞を受賞していることから分かるように、遺伝子機能の解析には遺伝子欠損マウスの活用が極めて有用であります。

本研究センターは、生命医科学研究所を中心に薬学部、理工学部、基礎工学部など、理科大が有する生物・生命医科学研究グループが連携し、自己免疫疾患やアレルギー、生活習慣病、がん、神経疾患、老化など社会的に大きな問題となっている疾病について、発症過程で重要な役割を果たしていると考えられる遺伝子の遺伝子欠損マウスを系統的に作製することにより、これらの遺伝子の疾病における役割を解明すると共に、新たな治療法・治療薬の開発を行うための拠点を形成することを目指しております。本研究センターの活動を通して新規の治療薬、治療法が開発されることを期待しております。

研究体制

センター内に遺伝子改変マウスの作製を支援するグループを置き、遺伝子改変マウスの作製の促進を計ります。センター内の各グループはマウスや解析手法を共有することにより、分野横断的な共同研究を推進します。

研究組織と研究内容

・免疫疾患研究グループ

岩倉洋一郎、久保允人、北村大介、小園晴生、伊川友活、小川修平、唐策、鄭琇綺、久保幸子（生命研）、原田陽介、磯濱洋一郎（薬学部）、西山千春（基礎工）

サイトカインや自然免疫受容体、シグナル伝達因子などの遺伝子欠損マウスを利用して、自己免疫やアレルギーに対する治療薬や機能性食品の開発を目指します。

・器官発生・再生研究グループ

後飯塚僚、昆俊亮（生命医科研）、池地知子（理工学）

器官形成と維持、細胞小器官の運動、及びその異常による癌化プロセスに関与する遺伝子の改変マウスを作製することにより、これらの遺伝子の機能解析を行い、治療への応用を目指します。

・精神・神経疾患研究グループ

古市貞一、中村岳史（生命医科研）

神経回路形成関連遺伝子改変マウス作製による精神・神経疾患発症機構の解析を行い、治療への応用を目指します。

・癌研究グループ

松島綱治、水田龍信、中野直子、上羽悟史、櫻井雅之、寺島裕也（生命医科研）、定家真人（理工学部）、月本光俊、秋本和憲（薬学部）

癌の発生機序を分子、細胞、個体レベルで解析し、発症に関与する遺伝子改変マウスを作製し、遺伝子機能を解明する事により、治療法の開発を目指します。

・アドバイザー委員会

浅島誠（帝京大）、山本一彦（理研）、山村研一（熊大）、大谷直子（大阪市大）、三宅健介（東大医科研）、樋上賀一（薬学）、青木伸（薬学）

学内外の専門家から、センターの運営や、研究方針、個別の研究内容などについて指導・助言を受けます。



発生工学研究支援実績

年度	2013	2014	2015	2016	2017	2018 年
遺伝子改変マウス作製	1	9	10	9	14	2 系統
胚凍結保存	25	25	48	28	27	50
凍結胚復元	14	7	9	3	13	4
SPF化	16	9	4	10	11	23

遺伝子改変マウスの供給実績

年度	2013	2014	2015	2016	2017	2018 年
国内	36	19	13	23	27	24 件
国外	65	29	37	29	16	21

再生医療と DDS の融合研究部門

Fusion of Regenerative Medicine with DDS

部門長
薬学部薬学科 教授牧野 公子
Kimiko Makino

薬物の効果を最大限に発現させるために DDS は不可欠です。慢性閉塞性肺疾患の治療や、より効率的な再生医療の発展を目的とした DDS、新しい基剤を開発中です。

目的	さまざまな原因による不可逆性の臓器の損傷を、生物学・医学的知見と工学的技術を組み合わせて治療するという新たな再生医療戦略の基盤を構築する
今後の展開	血管新生誘導因子の制御放出を実現するための DDS を開発する

再生医療を効率的に行うための薬物送達システムの開発

設立

「再生医療と DDS の融合研究部門」の母体は、2004 年 4 月に文部科学省の私立大学学術研究高度化促進事業「ハイレベルリサーチ・センター整備事業」に採択された DDS 研究センターです。その後、2010 年 4 月に文部科学省私立大学戦略的研究基盤形成支援事業に採択され、「戦略的物理製剤学研究基盤センター」として 5 年間の活動を経て、本部門が発足いたしました。理学、工学、薬学の研究者だけでなく、学外の製薬企業や医学研究者にご参加頂き、活動しています。また、ブルガリア、カナダ、インドをはじめとする海外研究者との共同研究も推進しています。（特許申請中）

再生医療と DDS の融合研究部門プロジェクト

本部門は、さまざまな原因による不可逆性の臓器の損傷を、生物学・医学的知見と工学的技術を組み合わせて、再生医療による治療をより効果的に行う事が出来るようになるための、新たな戦略基盤を構築することを目的としています。再生医療は、自己組織中で細胞の増殖・分化を適格に誘導し、正常細胞や臓器を再生させる試みであり、その実現には生体組織工学（バイオマテリアル）と基礎医学および臨床医学などの領域の密接な協力体制が必要となります。一方、DDS（薬物送達システム）は薬物の患部への標的化（ターゲティング）と薬物の放出速度の制御を主として行うシステムです。生体組織の再生誘導のためには細胞の増殖、分化に適した足場構造の構築が必要であり、生体組織工学の技術が不可欠です。また、細胞増殖因子などの生物作用の発現には、標的部位に増殖関連因子を送達して徐放化する DDS が必要であり、再生医療と DDS を融合する意義は大きいと考えます。

これまで DDS 研究センターにて培ってきた、肺がん、慢性閉塞性肺疾患（COPD）、脳腫瘍などの難治性疾患に対する薬物療法を有効にするための薬物送達法（DDS）に加え、虚血性、慢性動脈閉塞症の低侵襲治療の開発とともに、結核治療を中心とした慢性難治性感染症の DDS 研究も併せて行います。

研究テーマ

○機能性高分子担体の開発

細胞増殖因子を包含しやすく、しかも体内安定性に優れた担体の開発のために、リン酸化 PEG などの新規ポリマーの分子設計と、これに基づく調製を行います。

○ナノ DDS

主として、細胞増殖因子含有ナノコンポジット粒子の経肺投与によって COPD を克服するための DDS、および経皮吸収によって全身性の薬物投与を行う DDS の開発を試みています。いずれも、PLGA および現在開発中のリン酸化 PEG などを担体として用いて種々の粒子径を持つ「ナノ粒子」（図 1）を調製し、その体内動態および体内安定性を調べ、標的部位移行性の高い製剤の調製法を確立します。また、ナノ粒子の体内動態に及ぼす粒子径と表面物性の影響に関しては、金コロイドにて検討し、ナノ粒子の血液中での動きをシミュレーションします。また、効率的に脳梗塞を治療するための薬物含有 DDS 製剤を検討します。



図 1 ナノ粒子

また、ナノ粒子は血管内に投与された後、マクロファージ等の免疫細胞に捕獲される可能性があるため、効率的な投与を検討します。（図 2）現在までに、がん組織の血管内皮細胞は正常血管内皮細胞と異なることが示されています。（図 3）

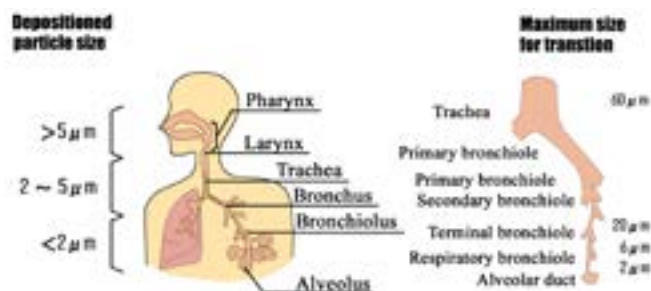


図 2 経肺吸収された粒子が到達する部位

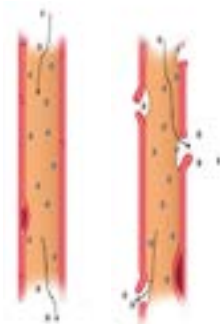


図 3 「正常血管内皮細胞」（左）と「がん組織の血管内皮細胞」（右）

○疾患に伴う生体内分子の分布異常の探索

COPD 等の肺疾患に見られる肺サーファクタントの異常が、血管再生阻害等の他の疾患でも観察されると予測されるため、粘膜上皮に発現する異常生理活性物質の探索を行います。

再生医療と DDS の融合研究部門の研究体制

研究推進のため、4 つの研究グループを設けるとともに、アドバイザー委員として学外有識者にも参画を依頼し、意見交換を行いながら研究方略を構築していきます。

1. 臓器再生グループ
2. 基剤開発グループ
3. 製剤設計と物性評価グループ
4. DDS 製剤の生理活性評価グループ

シンポジウムの開催

これまでに 15 回の DDS 研究センターシンポジウムを開催しており、毎回 200 名程度の参加者を得ています。2018 年度も「第 4 回再生医療と DDS の融合研究部門シンポジウム」と共催で森戸記念館にて開催予定です。

アジア DDS 研究機構

アジア DDS 研究機構を設立して、アジア各地の慢性難治性感染症克服のための DDS を発展させようと努力しています。これまでに国内で、5 回のインド-日本合同国際シンポジウムを開催しており、第 4 回シンポジウムにはインド大使館からもご出席をいただいた経緯もあります。2016 年度には、インドのゴアにてインド人研究者を中心としたシンポジウムが開催され、本部門研究員も参加いたしました。この活動はインド-日本の学術交流の一環となっており、アジア各地に根付き、大きく発展しつつあります。

アグリ・バイオ工学研究部門

Division of Agri-biotechnology

部門長
基礎工学部生物工学科 教授島田 浩章
Hiroaki Shimada

東京理科大学にはこれまでアグリ・バイオ工学に関する研究はほとんど行われていませんでした。この研究部門は、荒れ野を耕し、新しい研究の種を蒔き、発芽させ、これを育てる場としたいと考えています。理工学分野の研究者が集うことで新たな発想と出会いによりアグリ・バイオの基盤的研究を育てていきたいと考えています。

目的

食糧の安定供給と持続的な農業生産を行うため、また、植物バイオマス生産性の向上を図るために、アグリ・バイオを理工学的に考察し、アグリーノベーションをもたらすシステム構築を行う

今後の展開

植物機能を司る様々な要素を細胞レベル、個体レベル、集団レベルに分けて解析を行い、それぞれの要素技術を開発する

理工学の見地から穀物生産性向上に資する基盤的研究を実施する

とめどない人口増や温暖化などの地球レベルでの環境変化に対応するため、食糧の安定供給と持続的な農業生産を行うためのシステム構築が求められている。人口の減少と少子高齢化にともなうライフスタイルの変化が起こっている。食品に関しても消費者のさまざまなニーズに応じたきめ細やかな品物の提供が求められており、良食味・機能性食品などの開発が必要とされている。一方、農業生産の場では、以前から就農者の減少と超高齢化が著しい。農場は国土保全の役割をも担っており食糧の安定供給が可能な持続的な農業生産を行うためのシステム構築が必要である。このためにはスマート農業、第6次産業化などのアグリーノベーションを図ることが求められている。また、バイオマスエネルギーやバイオリファイナリーなどの用途に植物バイオマスの需要が高まりつつある。

この研究プロジェクトでは、これらの需要を満たすアグリーノベーションを図る。この目的で幅広い視点に基づくバイオマス生産性の向上を目指す様々な観点からの研究を実施したい。これにより持続的な穀物生産をもたらすアグロバイオシステムの構築を行う。このために、植物機能の向上を細胞レベル、個体レベル、集団レベルの観点で検証し、鍵となる技術を開発する。すなわち、遺伝情報（DNA）から生産環境に至る範囲を俯瞰し、光合成、ソース機能、転流、分配、シンク機能などに関わる鍵因子の同定、遺伝子機能制御、進化工学やゲノム編集などによる遺伝子機能の向上、センシング、物質移送の可視化、効率的な栽培方法の検討などに関する諸因子を解析し、その利活用を図りたいと考えている。

穀物の生産性に関わる要素をまとめると図のようになる。すなわち、緑葉などのソース器官（生産する組織）での光合成（炭酸同化）による炭水化物の生産、個体内での物質の移送（転流と分配）、シンク器官（貯蔵する組織）での物質代謝と貯蔵物質の生産と貯蔵である。これらがスムーズに行われることで、

高い生産性が維持できると考えられる。図には右側に穀物生産性を規定すると考えられる重要なポイント（要素）を列挙した。これらの要素技術を高めることで高い穀物生産性が達成できると考えている。すなわち、これらの要素に関与する鍵となる遺伝因子が存在すると考えられ、これを突き止めることが穀物生産性向上の第一歩となる。

この研究部門では、以上の観点から、穀物生産性向上にフォーカスした以下の3つの項目に関する基盤的研究を実施する。すなわち、植物機能の向上を細胞レベル、個体レベル、集団レベルの観点で検証し、鍵となる技術を開発する。DNA から生産環境に至る様々な場面における生産性に関わる諸因子の機能向上を図る。これにより sustainable で安定的な穀物生産性を目指し、ゲノム編集技術などの New Plant Breeding Technology (NBT) の利活用、ゲノム情報を活用した品種改良や栽培システムの活性化・効率化に向けた基盤的知見を得ることを目的とする。

①細胞レベルでの植物機能の増進：

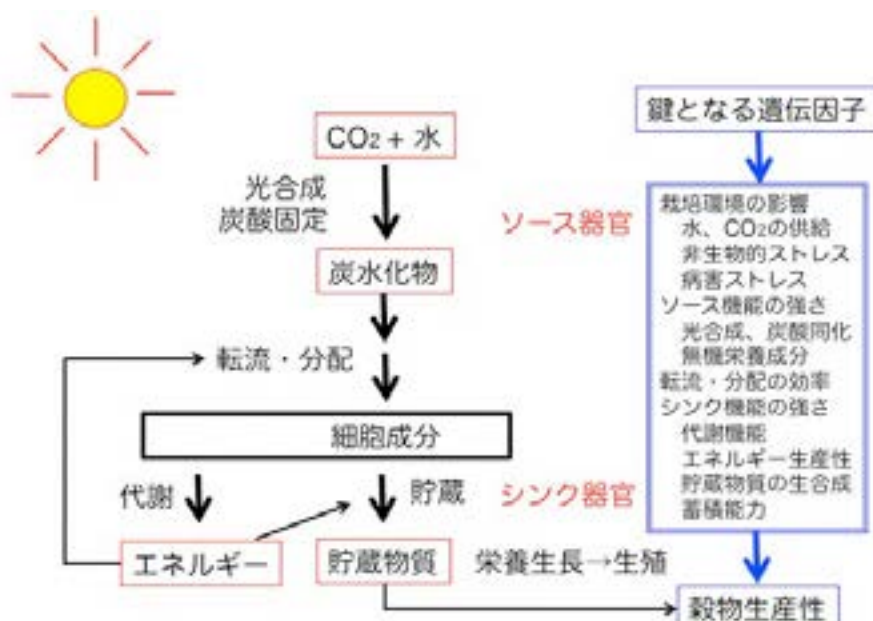
穀物生産性をもたらす有用遺伝子を同定し、これを活用するための技術を開発する。そのために DNA、RNA、蛋白質、ヌクレオチド等を標的とした研究を行う。また、モデル系を用いてその動態を詳細に解析する。

②個体レベルでの植物機能の増進：

植物個体における物質の流通、遺伝情報の伝達、細胞間の相互作用などを明らかにする。また、植物の成長過程の可視化技術の開発および炭酸同化産物の移送に関するライブイメージング解析と生産性向上を与える鍵因子の解明を行う。

③集団レベルでの植物機能の増進：

栽培環境（光、風の流れなど）が植物の生育に与える影響についての解析を行う。基礎的なデータを得る。また、天敵を利用した生産技術の開発を試みる。



脳学際研究部門

Brain Interdisciplinary Research Division (BIRD)

部門長
理工学部応用生物科学科 教授古市 貞一
Teiichi Furuichi

正常な脳のはたらきは、心の豊かさや質の高い生活を送る上では欠かせません。ストレスの深刻化や長寿高齢化の現代社会、脳の健康を守ることが大切になっています。また、脳は様々な情報を超並列処理して、自ら学習して記憶・想起する生きた超省エネ装置でもあり、脳にヒントを得た技術やデバイスの創出が期待されます。

目的

学際的な脳研究のための連携基盤を構築し、脳認知に焦点をおいた次の領域の発展をめざします。①神経回路機能とその障害の解明、診断や改善のツール開発 ②神経活動の計測とモデル化、脳型 ICT の考案 ③計測装置や機能アシスト装置の開発をめざします

今後の展開

多分野融合による創発的な研究基盤で、脳の健康、脳の計測とモデル化、脳にヒントを得たデバイスの研究開発拠点の形成をめざします

脳と神経情報・システムの研究開発基盤

脳神経科学の背景

脳神経科学は、21 世紀に飛躍的な発展が期待されている生命科学分野です。脳の健康を保持することにより高齢化社会における生活の質（QOL）の向上が見込めること、さらには脳で行われる情報処理の仕組みを応用することで革新的な情報通信技術（ICT）の創出が見込まれることから、社会・産業界からも熱い視線が送られている分野でもあります。

脳の健康、心の健康

わたしたちの心や行動を制御する脳は、ヒトが人らしい生活をするためにはなくてはならない組織です。しかし、人はライフステージで様々な脳の健康障害に直面します。脳の発達障害は自閉症スペクトラム障害の原因となり、統合失調症のリスクにもつながります。現代のストレス社会では、誰もがうつ病やストレス障害に陥るリスクに曝されています。そして、深刻化する高齢化はアルツハイマー病をはじめとする認知症の増加問題を抱えています。脳の健康、心の健康の障害は個人の QOL の損失に直結する国民健康上の大きな問題です。また、患者家族の負担と経済的損失にもつながる社会的にも重大問題です。

脳の情報処理

一方、脳は超並列で高速演算する高度なアナログコンピュータとして注目されています。小型でかつ超省エネでありながら、スーパーコンピュータに匹敵する情報処理を実行することができます。脳からヒントを得たコンピュータや脳と機械のインターフェース（BMI）を活用した技術開発などが実際に進められています。しかしながら、脳の認知システムや計算アルゴリズムは完全には解明されていません。

脳学際研究部門がめざすもの

ヒトの心や行動を制御する複雑精緻な脳を解明しその成果を応用した創発的な開発につなげるには、マルチスケール、マルチモーダル、マルチディメンショナルな研究アプローチが必要です。さらには、それらを統合するインフォーマティクスが必須となります。このためには学際的な異分野の集中と連携が不可欠です。本学には、理学～工学～薬学～医学に渡る幅広い研究分野で、多軸・多次元の研究が進められています。脳学際研究部門は、これら学内に分散する異分野（実験系、情報系、システム系、開発系など）の研究者が強く連携できる研究・開発基盤を構築します。この連携基盤での相乗効果を活かして、多分野融合型の創造性あふれる革新的な脳・神経情報・神経システムに関する研究成果を東京理科大学から発信することを目的とします。

当面する目標の達成のため、次の3つの異分野融合型研究グループを設定します。

①脳の健康と疾患グループ

認知に着目した脳の健康と疾患（悲観的認知の特徴があるうつ病、認知や記憶機能が低下する老人性認知症、社会的認知とコミュニケーションに障害がみられる自閉症など）について、分子、神経回路からモデル動物までの多次元研究を遂行し、関連メカニズムを解明し、改善薬や診断薬のシーズ創出をめざします。

②脳の情報とシステムグループ

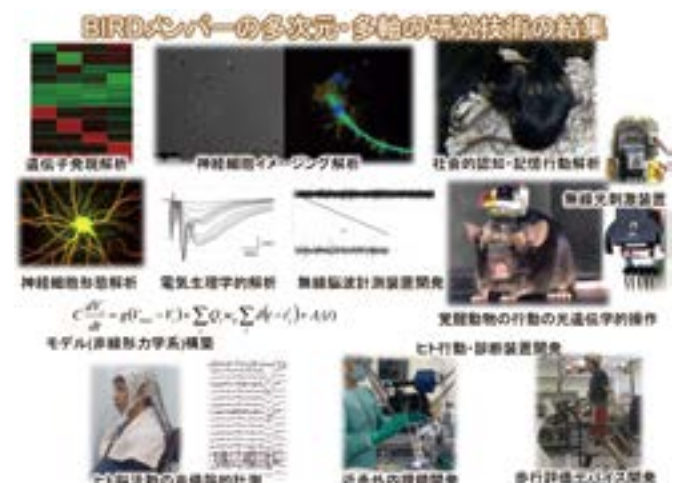
ヒトの視知覚に着目した脳内情報処理について、脳機能イメージング、認知心理実験、脳型アルゴリズムなどの多次元研究を遂行し、情報処理システムの解明とモデルや理論の構築をめざします。

③脳の計測と関連技術開発グループ

ヒト脳の内部状態を反映すると考えられる視線や歩行などの運動および性格特性や生理指標を解析する多次元研究を遂行し、脳の機能や障害の計測や評価の技術、およびそれらのアシスト装置の創出をめざします。

学内研究者（14 名）：【理工】古市貞一、佐野良威（応用生物）、西山裕之（経営工）、竹村 裕（機械工）、市川寛子（教養）、【薬学】斎藤顕宜、山田大輔（薬学科）、【理学一】荒木 修、浦川智和（応物）、【基礎工】相川直幸、名取隆廣（電子応用）、瀬木・西田恵里（生物工）、【工学部】池口 徹（情報工学）、【生命研】中村岳史（生命研）

客員研究者（2 名）：木村岳裕（金沢大）、橋本光広（福島県医大）



実践的有機合成を基盤とした ケミカルバイオロジー研究部門

Chemical Biology Division Supported by Practical Organic Synthesis

目的

本研究部門では研究代表者が強みとする有機合成技術を駆使し、分子生物学領域で高い実績を挙げて来た学内外の共同研究者とのタイアップを図り、天然物由来あるいは派生物からの効率的な医薬品の創出を目指す

今後の展開

本研究の成果が天然物創薬の諸課題を解決に導く方法論を提供し、産業界が望む産学連携によるアカデミア発の医薬品開発が期待される

部門長
理学部第一部応用化学科 教授

椎名 勇

Isamu Shiina



本事業では、これまで創薬開発に用いられず宝の持ち腐れになっていた「全合成」に代表される有機合成技術を縦横無尽に駆使し、新しいバイオロジー研究に取り組みます。天然物由来化合物を指標とする合成展開により、ユニークな作用メカニズムをもつ化合物を創出し、これまで治療法のなかった難病治療に道を開きます。

東京理科大学発の新規物質を用いた生物活性相関研究

画期的な構造変換技術の開発

人類が医薬品として利用する物質のほとんどは、炭素を基本とした有機化合物からできていて、複数の化学反応を組み合わせることで合成されます。しかし、目的の化合物を作るまでに何段階もの反応を行わなければならない場合、時間と手間がかかるうえに、膨大な量の廃棄物が出るため、環境に負荷がかかります。本研究部門ではまず第一の課題として、医薬品の合成収率を極限まで向上させる反応手法の研究を行っています。

例えばその成果として、抗生物質や抗がん剤の生産効率を劇的に高める新たな脱水縮合剤「2-メチル-6-ニトロ安息香酸無水物 (MNBA)」を開発しました。脱水縮合反応とは、有機化合物から2つの水素原子と1つの酸素原子を一度に取り除き、2つの物質を連結させる構造変換法で、その反応を起こさせる試薬が脱水縮合剤です。脱水縮合反応は、古くから医薬品の基本骨格を組み上げる際に利用されてきましたが、従来の方法では触媒に酸を用いたり、高温で処理するなどの過酷な反応条件を必要とするため、原料となる物質を破壊してしまうなどの問題がありました。当研究部門では徹底的に化合物や反応条件の探索を行い、世界最速の脱水縮合反応剤である MNBA を発明することに成功しました。その後 MNBA は、新型抗生物質や分子標的抗がん剤、糖尿病治療薬の合成などに幅広く活用され、すでに全世界で 2,000 件を超える使用実績が報告されています (図 1)。また現在は次世代の新型脱水縮合剤として、「2-フルオロ-6-トリフルオロメチル安息香酸無水物 (FTFBA)」の製造にも成功しています。



図 1 世界最速の脱水縮合反応剤である MNBA の開発

(YouTube 画像 https://www.youtube.com/watch?v=w_T6xEK5JA)

がんの抑制に新手法 (タンパク質輸送ブロッカー M-COPA の全合成)

本研究部門において、この「反応手法の開発」と両輪をなすのが「全合成」の研究です。全合成とは、複雑な分子構造をもつ天然由来の化学物質などを、最小単位である原料レベルから人工的に合成することです。例えば、土壌に生息する細菌から抽出される希少な化学物質の中には、抗がん作用を示すものがあります。このような物質を人工的に合成できれば、薬の安定生産に結びつく

だけでなく、副作用を抑えるなど、医薬品として最適な化学構造にデザインすることもできます。全合成の分野では、MNBA を用いて抗がん活性を持つ有機化合物の合成研究に力を入れています。

私たちが全合成を行った M-COPA は、細胞内のタンパク質輸送を司るゴルジ体の働きを制限します。ゴルジ体によって活性化しているがん細胞にこの化合物を与え輸送経路を遮断し、がんの増殖を抑制しようという試み (図 2) が国内外の研究機関で進められています。本研究部門の合成グループでは、生物活性評価グループが動物実験に M-COPA を使用するため、その大規模製造法の開発に取り組みました。

我々は7つの連続する不斉炭素有する M-COPA をグラムスケール以上で供給できるように各工程を検討し、実際に鍵反応である不斉アルドール反応、分子内 Diels-Alder 反応、MNBA 脱水縮合反応等の有機合成法を駆使して大量合成を可能にすることができました。全合成された化合物を用いてがん細胞への効果を検証する実験が行われ、もはや既存の抗がん剤では治せないと考えられていた耐性化したがんでさえも、その増殖が食い止められる等の顕著な成果が論文として続々と報告されています。工業利用までの展開を見越して合成法を設計した点が、今回の目的を達成できた要の部分と考えています。YouTube による研究内容の公開も行っていますので、「M-COPA YouTube」、「AMF-26 YouTube」などで検索し、成果をご覧ください。

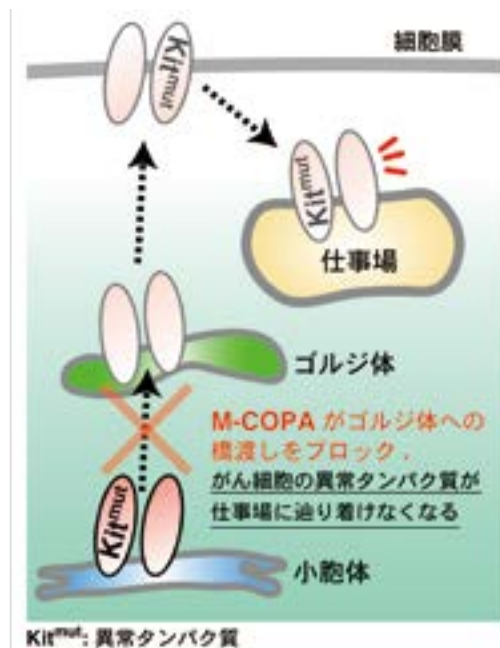


図 2 M-COPA ががん細胞の増殖を抑制するメカニズム
(東京理科大学元講師小幡裕希先生作成)

アカデミック・ディテリング・データベース部門

Academic Detailing Database Division

部門長
薬学部薬学科 教授小茂田 昌代
Masayo Komoda

目的

アカデミック・ディテリングとは、コマーシャルベースではない、公正中立な医薬品情報を基に、基礎薬学を臨床活用できるデータベースを構築し、医師の処方行動を変えることである。医薬品の特性につながる基礎薬学的視点より、薬剤を比較できるデータベースを開発し、処方支援システムを開発する。また、アカデミック・ディテラー養成教育、アカデミック・ディテリングの試行を行い、アカデミック・ディテリングを広く普及させる。

今後の展開

アカデミック・ディテリングの普及により、最適な処方につなげ、日本の薬物治療の質の向上に貢献する。

患者にとって最適な薬物治療を行うには、多角的な視点から薬剤を選択することが重要になります。薬剤師は主に薬剤の薬理作用、物理化学的特性や代謝メカニズムから最適な薬剤を選ぶことができます。薬剤師と医師がそれぞれ専門的な視点から充分に検討することで薬物治療の質の向上につながります。

Academic Detailingとは、コマーシャルベースにとらわれない、公正中立な最新の根拠に基づいた医薬品情報を医師に提供することです。患者に適した薬剤を選択する際に必要なデータベースの構築とアカデミック・ディテリング効果に関する研究を行います。

研究テーマ

(医薬品比較システムの開発)

基礎薬学を臨床活用する視点から医薬品の特性を比較できる、アカデミック・ディテリング支援システムを開発する。

(アカデミック・ディテラー養成プログラム開発)

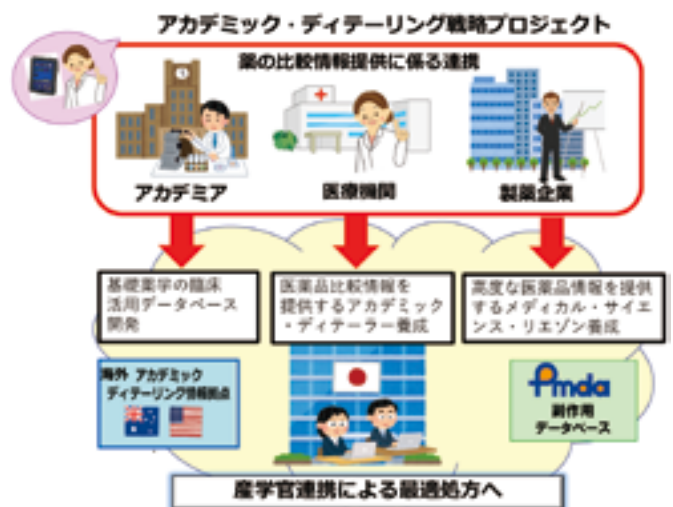
基礎薬学を臨床に活用し、エビデンスを基にした公正中立な医薬品比較情報を提供できるアカデミック・ディテラーの養成を行い、アカデミック・ディテリングを普及させる。

(アカデミック・ディテリング効果に関する研究)

医師へのアカデミック・ディテリングが処方に与える影響に関する研究を行う。

(産学連携による最適処方へ)

医薬品比較システムと製薬企業の基礎データ提供への働きかけにより、産学連携したアカデミック・ディテリング支援データ拠点を創成し、メディカル・サイエンス・リエゾン養成との連携を構築する。



核酸創薬研究部門

Division of Nucleic Acid Drug Development

部門長
薬学部生命創薬科学科 教授

和田 猛
Takeshi Wada



この部門は本学の学部の垣根を越え、核酸医薬を専門とする、あるいは核酸医薬の実用化に不可欠な関連研究を行う研究者が集い創設されました。TRセンターの活動を通じて生まれた、学内外を問わないネットワークや共同研究を継承しながら、理科大発の画期的な核酸医薬の創製を目指します。

目的

核酸医薬の本格的な実用化に向け、新規化学修飾型核酸合成法の確立、核酸医薬を安定化する人工カチオン性分子の開発や、DDS、製剤化手法の確立を通じ、新たな標的疾患に対する核酸医薬創出を目指します。

今後の展開

本学の核酸医薬に関わる研究者の総力を結集し、多角的に連携していくことで、本学独自の核酸医薬の開発が期待されます。

低分子医薬、抗体医薬に続く第3の医薬として期待される核酸医薬の創製

核酸創薬研究部門設立の背景

2014年度から2018年度まで行われたTR (Translational Research) センターの活動の中で、特に優れた成果を挙げた研究分野であり、かつ今日における社会的な要請と注目度の高いものとして、核酸医薬関連の研究分野が挙げられます。本学には、核酸創薬の分野で世界的に活躍している研究者が複数存在し、それらがみなTRセンターのメンバーとして研究に参画していました。2017年度に、西川元也教授を代表者として「核酸創薬 DDS 懇談会」が設置され、本学の核酸医薬に関わる研究者が参集し、核酸医薬の開発に関する議論を重ね、本部門の設置に向けた準備が整いました。そしてTRセンターの後継部門として、「核酸創薬研究部門」の設置を計画し、2019年4月より発足することとなりました。

核酸創薬研究部門の目的、目標

核酸医薬の開発に必要な研究分野は多岐に渡りますが、本学には各分野における極めて優れた研究者がおり、本部門ではそれらを結集することにより、本学独自の核酸医薬の開発が推進できるという大きなシナジー効果が期待できます。本研究部門では、従来の核酸医薬品と比較して、有効性、安定性、安全性に優れた新規核酸誘導体を開発し、また、核酸に結合して安定性や体内動態を改善する新規キャリア分子、製剤技術を確立することを目指します。また、それらの核酸医薬分子の標的として、免疫系、代謝系、がんに関わる疾患領域を選び、新規核酸医薬を用いた治療法の開発につなげることを目標としています。このように、本学の核酸創薬に関わる優れた研究者が本部門に結集し、独自の標的に対する独自の核酸医薬の開発が推進されることが期待されています。

核酸医薬による遺伝情報の制御

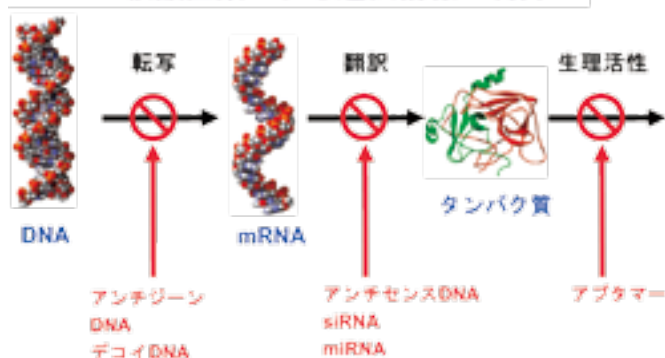


図 1.

核酸創薬研究部門の構成員

本部門は、独自の核酸合成技術を基盤とした核酸創薬ベンチャーの設立と核酸医薬の臨床開発実績のある和田を部門長とし、核酸医薬の体内動態制御を基盤としたDDS (西川元也教授)、アンチセンス核酸医薬の設計と応用 (鳥越秀峰教授)、核酸医薬の高分子キャリア (大塚英典教授)、核酸医薬分子の製剤化 (花輪剛久教授)、核酸医薬を用いる免疫系の制御 (西山千春教授)、核酸医薬の代謝 (樋上賀一教授)、核酸医薬によるがん治療 (秋本和憲教授) の各分野に加え、新たにバイオインフォマティクスやAIを活用した核酸医薬の標的探索と設計に宮崎智教授、核酸医薬の作用機序解明に櫻井雅之講師が加わる組織構成となっています (図2)。既に部門内では研究者間の共同研究が進行、または計画されています。



図 2.

核酸医薬の現状と本部門の研究課題

現在、抗体医薬に続く次世代医薬として、核酸医薬の実用化に大きな期待が寄せられています。2019年に報告された市場調査・コンサルティング会社 (シードプランニング社) の試算では、2018年に21億ドルであった核酸医薬の世界市場規模は、2030年には194億ドルに達すると予測されています。しかし、これまでに上市された核酸医薬品はわずか8品目に過ぎず、核酸医薬の開発は大きなブレイクスルーが必要な段階に直面しているのも事実です。このような状況の中で、本部門では、独自の標的に対する独自の核酸医薬の開発を推進します。研究計画としては、

1. ホスホロチオエート核酸に代わる次世代の核酸医薬分子として期待されているボラノホスフェート核酸の合成手法を確立
2. 核酸医薬に結合して生体内における安定性向上に有効なカチオン性人工オリゴ糖およびカチオン性ペプチドの大量合成技術を確立
3. ナノ構造化核酸の立体構造依存的な細胞相互作用の解明を通じた、細胞選択的核酸デリバリーシステムの構築
4. 従来の低分子医薬では困難であった創傷治癒や膀胱癌に対する治療薬として、関連遺伝子の発現を制御するアンチセンス医薬の開発
5. 特定の疾患に有効な核酸医薬の新規製剤化手法の開発
6. 核酸医薬の新たな標的疾患として、老化や、老化に伴う疾患、代謝異常の制御を目指した研究
7. 自己免疫疾患やアレルギー、移植時の拒絶反応の制御を目指し、免疫担当細胞の機能やそれに関わる遺伝子の発現制御機構を解析し、それらを制御する核酸医薬の開発
8. 新規カチオン性分子とsiRNAの複合体を用いた有効な乳がん治療薬の開発
9. 疾患の標的となるタンパク質をコードするmRNAや非コードRNAの配列を、バイオインフォマティクスとAIを活用して探索する技術の開発

以上述べたように、核酸創薬に関わる本学の優れた研究者が本部門に結集し、画期的な核酸医薬の創製に挑戦します。このように、大学内の研究チームで核酸医薬を開発する試みは他に例を見ず、本学でこそ実現可能な研究組織です。また、これまでに、本部門のメンバーは、TRセンターの活動を通して学外、特に医学系研究者との共同研究を活発に展開しており、本部門でも継続的に共同研究を推進する予定です。今後の本部門の活動および研究成果に大いに期待して頂きたいと思います。

合成生物学研究部門

Division of Synthetic Biology

部門長

理工学部応用生物科学科 教授

松永 幸大
Sachihiro Matsunaga



目的

生命科学のビックデータを情報工学的に統合インフォマティクス解析するとともに、長鎖DNA合成・細胞融合・マイクロインジェクション・顕微レーザー技術などの細胞工学技術を活用して、異種ゲノム移植細胞を作製する。

今後の展開

倫理的・法的・社会的影響を重視し、有用物質生産技術や医療技術への展開を視野に入れ、安全対策を十分に施したゲノム移植技術の確立を目指す。

フロンティア精神を発揮して、細胞を創るプロジェクトを推進します。合成生物本研究部門が国内外の合成生物学研究者と共同研究・情報共有・技術交流のプラットフォームになるべく、研究を盛り上げていきたいと思っています。

細胞工学的に異種ゲノム移植細胞を作成し、有用物質生産や医療技術に貢献する。

理学部、基礎工学部、理工学部、生命医科学研究所の生物学分野の研究者が中心になり分野・組織横断的に集結した合成生物学研究部門は、「生物種を超えた細胞を創成する」という明確な目標達成に向けて研究を推進します。

合成生物学は人工細胞やDNA合成を通じて生命の動作原理を解明する学問です。イヌ、ネコなどのペット動物、花屋で売られているランなどの園芸作物、ラバ、ニワトリなどの家畜、コムギや果物などの農作物の複数種は、近縁種交雑による雑種です。人類は太古の昔から、雑種生物を創り活用してきました。現在の技術革新により、近縁種以外のゲノム交雑やゲノム移植も可能になりました。この新しいバイオテクノロジーからフロンティア領域を生み出すべく、優れた生物学者が集う本学の強みを活かして部門研究を推進します。倫理的・法的・社会的影響を常に認識して研究を展開します。将来の有用物質生産技術や医療技術への展開を視野に入れ、安全対策を十分に施したゲノム移植技術の確立を目指し、次の3つの研究課題を推進します。

戦略1 植物ゲノム移植： 進化の過程で、藻類が動物や菌類に取り込まれて植物化した例（2次共生）や藻類を取り込んで体内で光合成させる盗葉緑体現象が知られています（図1）。植物ゲノム中には、光合成モジュール・色素モジュール・漢方薬原料を生産する代謝経路モジュールなど、動物ゲノムにはないゲノムモジュールがあります。そこで、原始藻類のシゾンから植物ゲノムモジュールを動物ゲノムに移植することで、動物細胞に新機能を付与したプランナリ細胞の作成を目指します。

戦略2 近縁種ゲノム移植： 近縁種であっても、普通の交雑法では「種の障壁」があり、生物間のゲノム交雑は多くの種間で難しい状況です。そこでゲノム工学や細胞融合により、有用物質生産を可能にする子囊菌ハイブリッド細胞の創成を目指します。

戦略3 再生医療に繋がる細胞創成： スフェロイドやオルガノイド作製を促進するために、細胞増殖や細胞代謝を制御する方法が求められています。ゲノム移植して新機能を付与した細胞を、エピゲノムや光遺伝学による発現制御システムを組み込むことで、安心・安全に医療技術に応用できる技術開発を目指します。

本部門を通じて、微生物学、植物学、動物学、医科学に細分化された生物学分野が融合して、生命の基本動作原理を解明することが可能になります。また、創薬・再生医療技術開発、高機能・有用生理物質生産などを通じて社会に貢献することが期待されます。

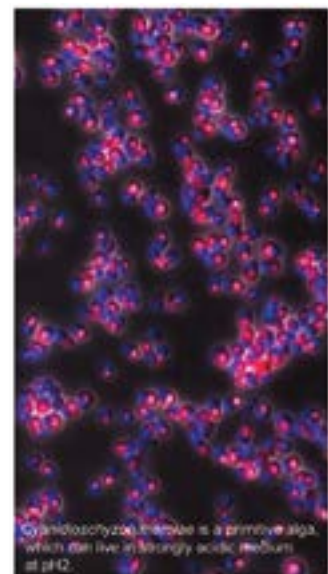
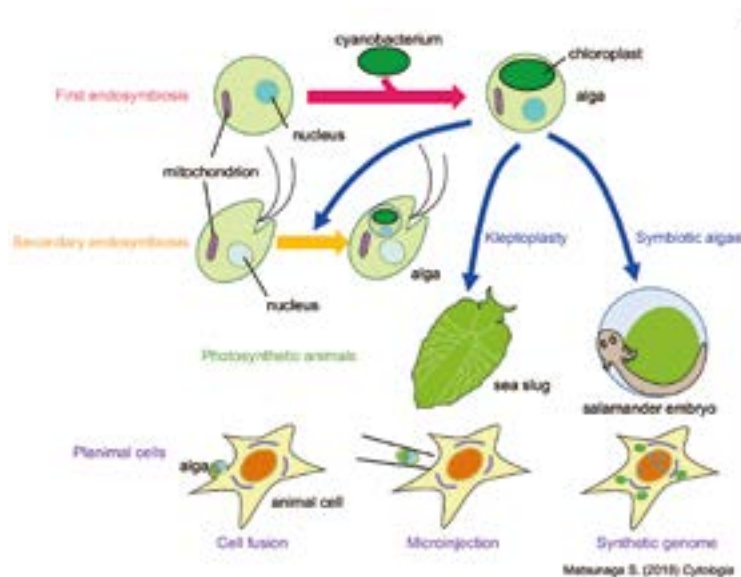


図1 二次共生や盗葉緑体現象に発想を得たプランナリ細胞の作成

火災科学研究所

Center for Fire Science and Technology

所長
総合研究院 教授萩原 一郎
Ichiro Hagiwara

安全・安心は社会発展の要です。東アジアでは急激な都市化が進行し、石油化学素材等の燃焼を伴う近代都市施設の火災・爆発による重大な死亡・損害が多発し、被害が巨大化する危険に直面しています。私たちは、この喫緊の事態に十二分に対処していく義務と、火災事故の変質を予測し、防止するための革新的教育研究システムづくりに一層努めていく所存です。

火災から人命と財産を守るための安全技術およびそれを支える火災科学に関する研究

④ 東京理科大学における火災科学研究

本学では、火災から人命と財産を守るための安全技術およびそれを支える火災科学に関する研究を推進する研究拠点として、1981年に「総合研究所火災科学研究部門」が設立されました。これは、約50年前に「建築防災学の講座」が建築学科の創設当初に設置されたことに端を発します。こうして、本学では、かなり早い時期に、他の大学に例を見ない火災科学に関する研究と教育の基盤が整備され、この基盤から多くの実績が蓄積されてきました。この成果は、世界で最も権威ある国際火災安全科学学会から名誉ある2つの賞を受賞したことと立証されたといえます。一つは「火災安全技術の発展に寄与した、いわば研究上の功績」に対する賞で、もう一つは「火災研究者を多数輩出した、いわば教育上の功績」に対する賞であります。また、わが国では、これまでに多くのビル火災が発生し、多数の犠牲者を出してきましたが、こうしたビル火災の鑑定には、大半が本学の火災科学研究部門のメンバーが参加しています。

こうした実績が評価され、2008年度～2012年度「先導的火災安全工学の東アジア教育研究拠点」が、グローバルCOEプログラムに採択されました。これは2003年度～2007年度に実施した21世紀COEプログラム「先導的建築火災安全工学の推進拠点」の成果や大学の支援体制が高く評価され、国際的に抜群の拠点づくりが可能であると認められたことによります。

2012年度には、アジア諸国の火災安全に係る関係者により“FORUM for Advanced Fire Education/Research in Asia”を設立し、火災科学・火災安全工学に関する世界最高水準の教育研究拠点を確立し、「火災安全工学の発展」および「若手研究者や専門技術者の育成」のための活動を展開しています。

2013年度～2017年度には、私立大学戦略的研究基盤形成支援事業「専門知の共有に基づくアジアの火災安全情報拠点—情報化社会における新しい火災安全のあり方—」に着手、アジアの火災安全情報のネットワーク構築を行うことに重点を置き、アジア諸都市の火災リスク抑制を連携して実現する研究拠点として、21世紀の課題である科学のグローバル展開を実現してきました。

2018年4月からは、設置期間を定めないセンター「火災科学研究所」として東アジアを代表する火災科学・火災安全工学拠点の役割を担っています。

専門知の共有に基づくアジアの火災安全情報拠点 —情報化社会における新しい火災安全のあり方—

本学における研究成果がアジア圏における火災リスクの低減に寄与し、都市で生活する人々の安全を守ることに繋げる事を目的とし、以下2つのテーマを実施しています。

テーマ1 火災情報ネットワークの構築と運用による火災リスク分析

本プログラムの第一のテーマでは現在公開しているホームページ「Forum on Fire Safety in Asia (アジア火災安全情報拠点)」を運用し、アジア圏における火災事故情報を収集します。現在は日本を除くアジア15カ国の火災事故情報をインターネットニュースから収集し、アジア火災ネットニュースとして掲載しています。

テーマ2 火災危険事象の分析

近年のアジアの諸都市における火災事例では、可燃性材料を用いた外壁の延焼性状に関する問題点や、空間利用と材料利用との関係に基づく燃焼拡大過程、そして毒性ガスの生成の問題点が指摘されます。こうした課題を火災科学研究所センター実験棟や各種実験設備を活用し分析します。

このように「火災情報ネットワークの構築と運用による火災リスク分析」を通じて、火災事故情報を収集して火災リスクに関する問題点を把握すると共に、「火災危険事象の分析」における実験や分析に基づいて問題点の科学的解明や安全対策のあり方を議論します。そして、これらの情報が融合することにより、原因究明や現象の解説、被害拡大要因に関する専門家のコメントが蓄積・整理されるため、類似の火災被害が発生した場合には利用者にとって即座に必要な情報を入手できる情報源として「アジア火災安全情報拠点」のホームページが広く利用され、アジアの諸都市における火災安全の向上に資するものと考えています。

④ 火災科学研究センター実験棟

21世紀COEプログラムの採択を契機とし、大学に付属する火災科学研究所専用施設の中で世界トップレベルの規模と機能をもつ実験棟として2005年3月に竣工しました。野田キャンパス内に位置し、建築面積約1500m²、延べ面積約1900m²、高さ約20mの規模を誇ります。(写真1)火災科学分野において世界を先導する卓抜な研究の推進が可能な機能を備えるよう、当研究所のメンバーがこれまでの経験基盤をもとに、基本計画設計を実施しました。

2006年3月に大型耐火炉(壁炉)、2010年3月には多目的水平荷加熱試験装置、2018年3月には小型火災伝搬試験装置等の実験施設を整備・設置し、先導的な研究の発展に役立てています。

④ 国際火災科学研究科の開設と火災科学研究所の使命

本学では、先人達が残してくれた火災科学分野の優れた伝統と実績を継承しつつ、21世紀COEプログラムからグローバルCOEプログラムを通して大幅に発展させ、その成果として、アジア初の火災科学に特化した大学院「国際火災科学研究科」修士課程を2010年4月に、博士後期課程を2012年4月に開設しました。

火災科学・安全の分野に係わる職種である建築、消防、材料、防災設備、損害保険などの社会人、これらの職種における専門家(消防官や防火技術者など)を志す一般学生や留学生を対象に、社会的ニーズの高い建築防災、都市防災、消防防災に係わる高度専門的職業人を養成することに重点を置き、火災科学研究所の保有する各種実験装置を最大限に活用し、火災実験を通して、基礎理論を習得する場として、教育・研究を行っています。

2018年4月には、他専攻とも連携をはかりながら、より強固な教育・研究体制とするため、大学院理工学研究科の専攻として再構築を図っています。

これにより、名実ともに世界最高水準の教育研究拠点を確立し、維持していくことで、火災科学分野に求められている様々な社会的需要に応え、社会的貢献を果たしていきたいと考えております。

④ 性能評価業務

火災科学研究所では、火災安全技術の発展と信頼性の向上を図るため、国土交通省の指定性能評価機関の指定を受けた指定性能評価機関として、建築物の構造方法について、建築基準法に基づく国土交通大臣認定を受けるために必要な性能評価を実施します。

性能評価は、国土交通大臣の認可を受けた業務方法書に基づき性能評価の業務分野の専門的知識を有する評価員によって行われます。

※2019年度業務開始予定(認可申請中)

図1 火災科学研究所による
教育研究拠点

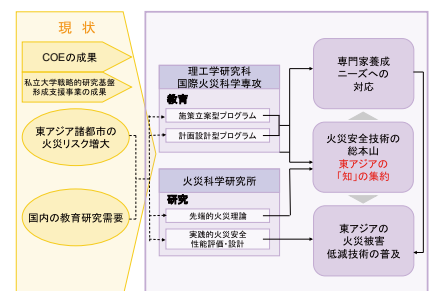


写真1 実験棟外観



図2 ホームページ
「Forum on Fire Safety in Asia(アジア火災安全情報拠点)」

スペース・コロニー 研究センター

Research Center for Space Colony (RCSC)

センター長
特任副学長

向井 千秋
Chiaki Mukai



本学が有する人工衛星の部品開発、機能性材料、創エネルギー、建築、IoT・センサー等の各技術を結集し、極限環境下での長期間滞在に必要な技術の研究開発を行います。これにより宇宙航空学科を持たない本学が、従来の宇宙開発の固定観念に捕らわれない発想によって、産学連携を通じて我が国の宇宙産業の活性化を目指します。

目的

本学が有する宇宙関連の技術を結集し、人類のフロンティアである宇宙等の開発に不可欠な極限的な閉鎖環境において人間が長期間滞在するために必要な技術の研究開発を行うことを目的とします

今後の展開

研究開発の過程で創出された技術を連携する民間企業に移転し、宇宙で利活用可能で、地上でも有用となるよう技術の高度化の実現を目指します

スペース・コロニー研究拠点の形成～宇宙滞在技術の高度化と社会実装の促進～

センター設立に至る経緯

スペース・コロニー研究センター（Research Center for Space Colony：RCSC）は、我が国の私学随一の理工系総合大学であり、学部・学科を横断した異分野総合研究のノウハウを醸成してきた本学が有する人工衛星の部品開発、機能性材料、創エネルギー、建築、IoT・センサー等の各技術を結集し、人類のフロンティアである宇宙等の開発に不可欠な極限的な閉鎖環境において人間が長期間滞在するために必要な技術の開発拠点として設立されました。

革新的な研究開発を推進するとともに、産学官連携による当該技術の社会実装及び人材育成を通じて、人類社会に貢献する国際的な研究開発拠点を形成することを目的として、文部科学省「私立大学研究ブランディング事業」に採択され、前身の宇宙研究懇談会を発展的改組し、2017年11月にスタートしました。

現状の課題

人類のフロンティア拡大に不可欠な閉鎖環境に滞在するためには、生活に必要なエネルギーの供給、水や空気の利用、自給自足に必要な食糧の生産等、解決すべき多くの課題があります。これらの課題に対して、本学の叡智を結集し、統合力で対応するとともに民間企業との連携も進めていく必要があります。

センターが目指すこと

RCSCでの研究開発では、地上においても有用な宇宙滞在技術の高度化を実現し、これらを本学と連携する民間企業に速やかに技術移転することで、技術の社会実装に加え、災害に強い住宅による我が国の国土強靱化、人類の共通課題である食糧問題の解決、我が国の極めて小さい宇宙産業の活性化等にも貢献することを目指しています。また、開発拠点としてRCSCを設置することで、宇宙開発に興味を持つ人材の育成や産学連携の推進、アントレプレナーシップの醸成等の波及効果も期待しています。

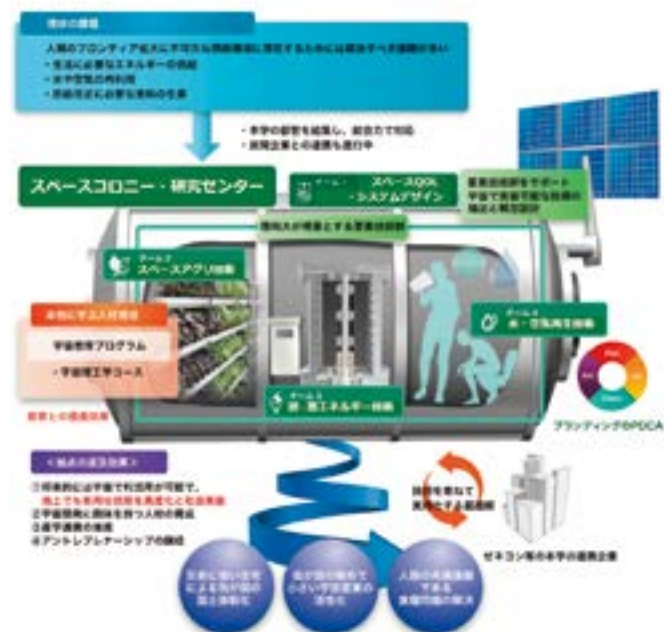


図1 スペース・コロニー研究センターの目指すもの

センターにおける研究体制

RCSCでの研究開発は、以下に記載する4つのチームが相互に連携しながら研究を進めるという体制を取っています。研究開発の過程で生み出された技術を束ねて、実用化する力を持つ民間企業に速やかにこれらの技術を移転し、将来的には宇宙で利活用が可能で、地上においても有用な技術の高度化の実現を目指します。

チーム1：

スペースQOL・システムデザインチーム

本チームは、事業の統括を務めるとともに、微小重力や低圧等の特殊な環境条件下に晒される月面に人間が長期間滞在することを想定し、その滞在中の安全・安心や医療のセーフティネット等、快適に生活するために必要なシステムを設計するとともに、必要技術の抽出を行います。



図2 チーム1（スペースQOL・システムデザイン）のミッション

チーム2：

スペースアグリ技術チーム

本チームは、水中プラズマ技術と光触媒技術を併用することによって、資源が欠乏する閉鎖空間でも自給自足でき、且つ、衛生面に配慮したスペースアグリの要素技術の開発を行います。



図3 チーム2（スペースアグリ技術）のミッション

チーム3：

創・畜エネルギー技術チーム

本チームは、放射線耐久性に優れた材料による高効率かつ高出力な太陽電池、夜間にも発電可能な室内外温度差での熱電池発電システム及び太陽電池・熱電池に連携したフライホイール型高エネルギー密度蓄電システム開発を行います。



図4 チーム3（創・畜エネルギー技術）のミッション

チーム4：

水・空気再生技術チーム

本チームは、人体や装置類から排出される各種の水や気体を高活性光触媒等の機能性材料を用いて完全に再生利用するシステムの開発を行います。



図5 チーム4（水・空気再生技術）のミッション

ものこと双発研究部門

Division of Things and Systems

部門長
経営学部経営学科 教授坂本 正典
Masanori Sakamoto

目的	「もの」と「こと」を組み合わせることにより、システムとしての価値を作りさらにエコシステム化することにより、継続性ある収益モデルを形成する仕組みづくりについて、製品・サービス・システムの観点から調査研究を行い、広く社会に提案することを目指す
今後の展開	「ことづくり」を進める産業界の課題を取り込みつつ、多様な産業事例を横断して「ものことづくりによる現代的なビジネスデザイン」の体系化を試みる

2015年4月に設立した研究部門です。IoT関連技術が急速に発展する現在のビジネス環境においては、HWを中心とした製販ビジネスからSWやサービスを取り込んだ新しいビジネス形態への転換が急務と言えます。製造業・ソフトウェア・ICT・サービス・技術経営に係わる研究者と、「ものこと双発」について取り組んでいます。

“ものづくり”主体の産業構造を“もの・ことづくり”へと発展させるビジネスデザイン

④ ものこと双発について

ICTの進化により、有形／無形の価値提供がシステムとして共創・提供されており、もはや従来の産業構造では分類のできないシステムが提供されています。産業界では、これまでのビジネスモデル、すなわち品質・コスト・大量供給という仕組みから抜け出た、新たな仕組みや価値提供をする企業が世界で台頭する一方、わが国産業はICTによる新しいビジネス展開の波に必ずしも乗りきれておらず、新たな暮らし、ビジネスのあり方を提案するというよりは、他国が切り拓くICTインフラを部分的に享受する“ものづくり”に留まっている面がいまだに大きいと言えます。

しかしながら、多様化する消費者のニーズの下では、製品（もの）は総合的な価値提案の中の一要素に過ぎません。新しい“こと”を届けるには新しい“もの”が必要となり、また新しい“もの”には新しい“こと”が必要となるという基本視点に対し、“ものづくり”または“ことづくり”それ単体の議論では応えられなくなっています。提供するベネフィットの性質が異なる“もの”と“こと”による協働、あるいは多くの事業者同士が協働するスキームについて、実学としての議論が求められているのです。

本研究部門は、“ものづくり”主体の産業構造から「ものづくり・ことづくり」の双発エンジンへと転換するために、産学官協働で“ものづくり”にICTとサービスを組み込んだ現代的なビジネスデザインについて事例研究を進め、そのメカニズムを明らかにすることを目的に、2015年4月に設立されました。また、サービスの運用について研究を進める中で、AI、ICT、サービスを用いた運用のフィージビリティを提案することも、本研究部門の目的のひとつです。“もの”と“こと”の融合を新たな学際分野として確立したいと考えています。2016年度～2018年度、活動の範囲を広げFintech利用によるESG（Environment, Social, Governance）に対するありかたの検討を行いました。2019年度にはデザイン思考によるものこと発想にも取り組むこととしています。

④ 研究体制

本研究部門では、個々のメンバーの専門領域に応じて、研究課題をグループに大別し、分担して研究を実施します。

1. サービスIT研究分野

Servitizationの観点から、社会のサービス化全般について、製造／サービス問わず産業のサービス化による価値向上を研究する。

2. ものづくりマネジメント分野

製品単体の売り込みから、サービスあるいは事業運営などを一体としたグローバル展開へと変容が進む昨今のマネジメントシステムを対象に、その転換のプロセスないし技術マネジメント・人材／組織について技術経営面から研究を進める。

3. コンピュータ・データサイエンス研究部門

収集が広がるデータと人間社会との関係性について、システムの相互運用性・データ解析・セキュリティ／プライバシー・現実世界へのフィードバック手法・データマイニング・人工知能などを対象に研究を行う。

4. 実践ケース研究部門

サービスなど“ことづくり”に視座をおいた事例研究は製造業と比べて著し

く少ない。“ことづくり”に関するビジネスの実践ケースを調査して、ビジネス形態などを軸に整理類型化し、ものことづくりへの適用について実践的に研究する。

新グループ - デザインシンキング・インテリジェントシステム・Fintech

表1 ものこと双発研究部門の構成					
職名	氏名		職名	氏名	
教授	坂本 正典	東京理科大学	客員教授	美濃輪 智朗	(国)産業技術総合研究所
教授	田中 芳夫	東京理科大学	客員准教授	沙魚川 久史	セコム
教授	石垣 綾	東京理科大学	客員准教授	片寄 裕市	TUS IM
客員教授	沼尾 雅之	電気通信大学	客員研究員	高田 久徳	TUS IM
客員教授	山下 隆	TUS IM	客員研究員	佐藤 智文	三菱電機
客員教授	本村 陽一	(国)産業技術総合研究所			

④ 産学官協働のアプローチ

本研究部門の関連組織として、「ものこと双発学会・協議会」があります（同学会の会長は本学の本山理事長、協議会理事長は宮部義幸パナソニック株式会社専務執行役員）。「ものこと双発学会・協議会」では大学教員、国立研究所員、企業経営者・研究開発技術者・企画部門などの幅広い有識者と日本の産業構造を考えていく仕組みを構築しています。本研究部門では、「ものこと双発学会・協議会」の枠組みの中で月例の研究会を運営しており、社会ないし産業界の環境変化や課題、事例などを議論しながら協働できる場作りを行っています。

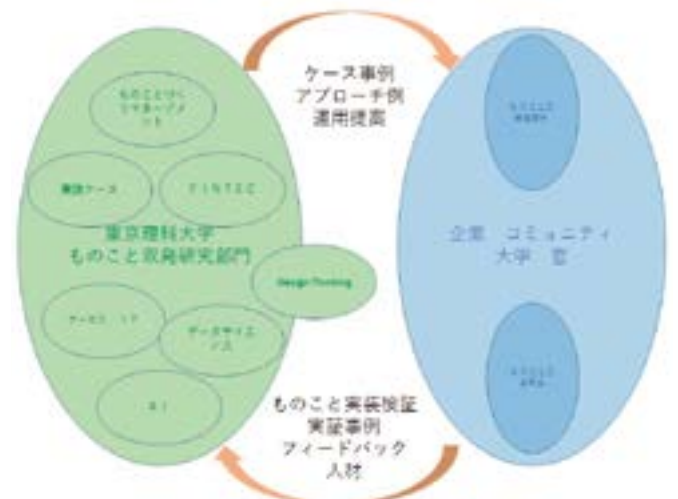


図1 ものこと双発研究部門の構成・外部機関との連携

④ 目標とする研究成果

「ものこと双発」という新しい概念のもと、様々な研究領域・産業分野の研究者が共同して研究を行い、日本の産業形態に適応可能なビジネスデザインを発信したいと考えています。

大気科学研究部門

Atmospheric Science Research Division (ASRD)

部門長
理学部第一部物理学科 教授

三浦 和彦
Kazuhiko Miura



大気科学は大気組成や大気現象やその仕組みを研究する学問です。当部門では主に、大気中に浮遊する液体もしくは固体の微粒子であるエアロゾル粒子による大気汚染、気候影響について研究します。広い分野の専門家が集まり2016年4月に設立しました。

目的

南関東のPM_{2.5}の環境基準達成率はまだ低い。また、自由対流圏と都市大気では雲生成プロセスが異なる。これらの原因を解明するために、都市・山岳・海洋・越境大気を対象に、それらの相互作用も含め研究します

今後の展開

学内外の研究者の輪を広め、部門終了後は、継続性を持つ全国レベルの新たな学術コミュニティを形成したいと考えています

都市・海洋・山岳大気における観測により、大気汚染、気候変動について研究します

大気科学研究部門では、都市大気、山岳大気、海洋大気、越境大気を対象に、それらの相互作用も含め、大気汚染と気候変動と大気電気について研究する(図1)。

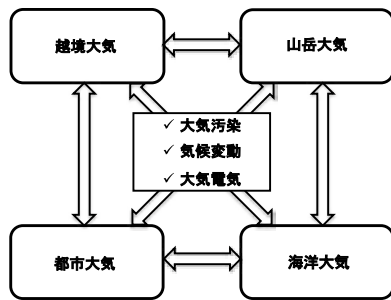


図1 研究分野の相互関係

1. 関東地方のPM_{2.5}の高濃度原因

南関東ではディーゼル車排ガス規制などの対策によりだいぶ減少したが、いまだPM_{2.5}の環境基準達成率が低い。この原因として越境汚染の可能性も考えられるがPM_{2.5}は中国だけで発生するものではなく、どこでも発生するものである。粒子は輸送中に降水があれば大気中から除去されるので、大陸からの長距離輸送は上空で行われると思われる。そこで、我々は認定NPO法人富士山測候所を活用する会 (<http://npo.fuji3776.net/>) の協力を得て、富士山頂の旧測候所で観測を行い、どのような条件にPM_{2.5}が高濃度になるかについて研究を行う。また、吸湿性のエアロゾル粒子は湿度により成長しPM_{2.5}の高濃度の原因となりうる。そこで、東京湾または船舶を利用した観測により、海洋大気エアロゾル粒子の影響を調査する。

2. エアロゾル粒子の気候影響

大気エアロゾル粒子は、太陽光を直接散乱・吸収することで直接的に、雲の核となり雲の放射特性を変えることで間接的に、地球を冷却する効果があるが、いまだ科学的理解の水準は低い。基礎生産性の高い海域から放出される生物起源気体は、海洋エアロゾル粒子の重要な起源である。粒子数が増加することにより、雲は大気の大放射強制力を増すが、大気境界層には海塩粒子が存在するので新粒子生成は起こりにくく、自由対流圏で生成されるとされる。自由対流圏に位置する山岳大気エアロゾルを測定することにより、新粒子生成・雲生成プロセスについて解明する。また、富士山においては、二酸化炭素のモニタリング、煤粒子の測定を行い、地球温暖化についても調査し、エアロゾル粒子の冷却効果と比較する。さらに、東京スカイツリー、船舶での観測により、都市大気、海洋大気エアロゾル粒子の特性についても調査する(図2)。

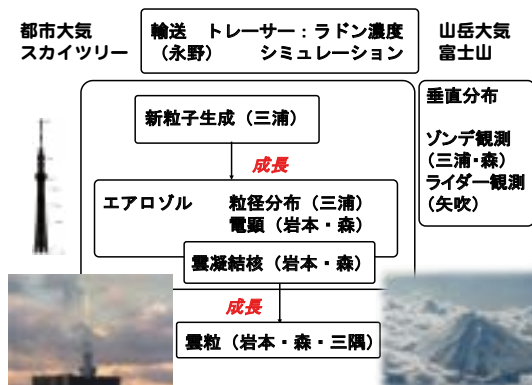


図2 新粒子生成・雲生成プロセスの解明

本部門は、現在、表1に示す29名の部員と3名のアドバイザー委員で構成されている。メンバーが主に活動する観測場所を図3に示した。

表1 大気科学研究部門のメンバー (2019年7月1日現在)

職名	氏名	所属	専門
部門長・教授	三浦 和彦	理学部第一部物理学科	大気物理学
嘱託教授	橋本 巖	理学部第一部物理学科	回折結晶学
准教授	仲吉 信人	理工学部土木工学科	水文気象学
講師	永野 勝裕	理工学部教養	環境放射線科学
講師	野島 雅	総合研究院	分析化学
嘱託助教	森 樹大	理学部第一部物理学科	大気物理学
副センター長	西川 雅高	環境安全センター	環境化学
客員教授	青木 一真	富山大学大学院理工学研究科教授	大気物理学
客員教授	五十嵐康人	京都大学複合原子力科学研究所教授	地球化学
客員教授	大河内 博	早稲田大学創造理工学部教授	環境化学
客員教授	長田 和雄	名古屋大学大学院環境科学研究科教授	大気化学
客員教授	財前 祐二	気象研究所環境・予報研究部室長	エアロゾル科学
客員教授	中島 孝	東海大学情報デザイン工学部教授	大気物理学
客員教授	速水 洋	電力中央研究所環境科学研究所上席研究員	大気化学
客員教授	三隅 良平	防災科学技術研究所水・土砂防災研究部門部門長	大気物理学
客員研究員	浅野 比	山陽小野田市立山口東京理科大学准教授	環境化学
客員准教授	足立 光司	気象研究所環境・応用気象研究部主任研究官	地球化学
客員准教授	岩本 洋子	広島大学大学院統合生命科学研究科	地球化学
客員准教授	加藤 俊吾	首都大学東京都市環境学部准教授	大気化学
客員准教授	嶋川 仁	静岡県立大学准教授	大気電気学
客員准教授	工藤 玲	気象研究所気候研究部主任研究官	大気物理学
客員准教授	小林 拓	山梨大学大学院医学工学総合研究部准教授	大気物理学
客員准教授	櫻井 達也	明星大学理工学部総合理工学科准教授	大気物理学
客員准教授	竹谷 文一	海洋研究開発機構主任研究員	大気物理学
客員准教授	松本 篤	金沢大学環日本海環境研究センター准教授	大気物理学
客員准教授	和田 龍一	帝京科学大学准教授	環境計測学
客員研究員	齊藤 伸治	東京都環境科学研究所研究員	大気化学
客員研究員	當房 豊	国立極地研究所助教	大気物理化学
客員研究員	矢吹 正教	京都大学生存圏研究所助教	大気物理学
アドバイザー委員	植松 光夫	東京大学大気海洋研究所教授	地球化学
アドバイザー委員	中島 映至	宇宙航空研究開発機構地球観測研究センター参与	大気物理学
アドバイザー委員	藤田 慎一	電力中央研究所名誉研究アドバイザー	大気環境学

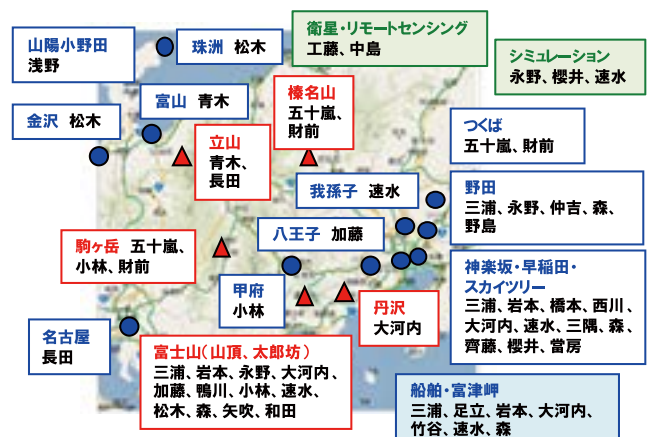


図3 観測ネットワーク (赤字: 山岳地域、青字: 平野部)

参考文献

- 1) 土器屋由紀子・佐々木一哉編: よみがえる富士山測候所 2005-2011、成山堂、pp180、2012
- 2) 東京理科大学出版センター編著: 太陽エネルギーがひらく未来、東京書籍、pp193、2012
- 3) 藤田慎一・三浦和彦・大河内博・速水洋・松田和秀・櫻井達也: 越境大気汚染の物理と化学 改訂増補版、成山堂、pp292、2017
- 4) 三浦和彦編著: 特集「山岳域における大気観測」、理大 科学フォーラム 2016年8月号、東京理科大学、2-23、2016

超分散知能システム研究部門

Division of Super Distributed Intelligent Systems

部門長
理工学部情報科学科 教授

滝本 宗宏
Munehiro Takimoto



目的	言語処理系、並列分散アルゴリズム、ネットワーク技術といった基盤部における効率化を進めるとともに、生物の内部システムや社会性生物からの知見を基にした新しい並列分散モデルを開発し、多方面への応用を試みる
今後の展開	内在する複雑さのために人手に頼ってきた処理を、積極的な並列化と、高度に並列分散化した知能システムによって自動化する実践的なツールを実現する

本研究部門では、異なったレベルや側面で並列分散の研究を進めてきた専門家が連携し、新しい並列分散モデルの開発を進めるとともに、それぞれの性質や問題点を共有した一体化したシステムの実現を目指します。本部門の一体化した既成概念にとらわれない取組みによって、新たなブレイクスルーをもたらしたいと考えています。

生物を真似た新しい並列分散手法の開発と、多水準の成果を用いた領域専用並列分散処理

超分散知能システム研究部門とは

現代の科学技術活動には、ビッグデータと呼ばれる莫大なデータから意味のある情報を抽出するデータマイニングの技術が極めて重要であり、ミクロレベルでは遺伝子・分子設計から、マクロでは地球環境まで、それらのビッグデータのデータマイニングは、今や計算科学の手を借りなければ一歩も進まない状況になっています。超分散知能システム研究部門では、本研究部門の前進である次世代データマイニング研究部門の成果を発展させるとともに、そこから生じた性能上の問題を基に、新しい並列分散処理法を開発します。具体的には、言語処理系、並列分散アルゴリズム、ネットワークプロトコルといった基盤部における効率化を進めるとともに、生物の内部システムや社会性生物から得られる知見を基にした発見的手法に基づく新しい並列分散モデルを開発し、データマイニングを含め、画像処理、機械学習、ロボットシステム、ソフトウェア工学ツールといった多方面への応用を目指します。現在、本部門には12名の研究者が情報工学、認知科学、ロボティクス、バイオインフォマティクス、システム工学、土木工学の分野から集まっており、相互に協調しながら研究を推進しています。

研究体制

本部門は、次世代データマイニング研究部門の成果と協力関係を引き継ぐとともに、新しい応用を設定し、これらの性能上の問題を探りながら、高度な並列分散処理の実現を進めていきます。その際、並列分散の問題に、「応用」、「モデル」、「基盤技術」の3階層の立場から取り組み、知見を統合した最良の解決法を与えることを目指しています。

① 並列分散の応用

応用の階層では、「データマイニングと機械学習」、「画像処理」、「ロボット分散制御」の3つの並列分散システムを、応用として設定し、それぞれのシステムに精通した研究部門研究者（滝本、大和田、小島、木村、堂脇、竹村、原田）がもつ知見から性能上の問題点を探り、応用から並列分散処理の課題を探ります。

② 並列分散の基盤技術

基盤技術の階層では、「プログラミング言語」、「言語処理系」、「ネットワーク」の3つの分野に精通した研究部門研究者（滝本、松澤、西山）によって、並列分散処理の基盤技術における直接的な性能向上を進めます。

③ 並列分散モデル

モデルの階層では、基盤技術によって得られた成果を応用に適用するとともに、研究部門研究者（滝本、玄、朽津、諸橋）の「進化計算」、「生物の内部システム」、「システム生物学」の知見を基にした、基盤技術と応用をつなぐ新しい並列分散モデルの開発を進めます。

研究テーマ

現在、次の3つのプロジェクトが進行中です

① 「搾乳ロボットを用いた飼養高度化」プロジェクト

牛乳の成分分析を自動的に行う搾乳ロボットを用いて、ホルモン値の推移から乳牛の発情期モデルを生成するプロジェクトです（図1）。正確に発情期を予測することによって、乳牛を確実に妊娠させ、乳量の低減を防ぎます。

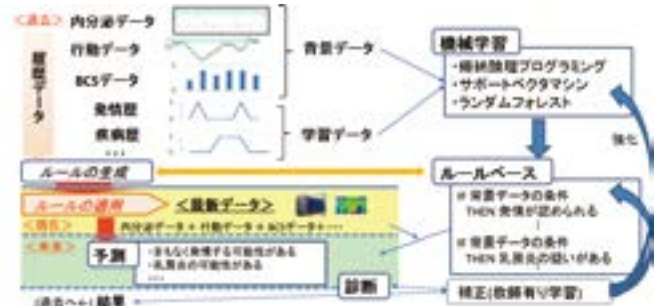


図1 搾乳ロボットとA.I.の関係

② 「哺乳ロボットを用いた飼養高度化」プロジェクト

個々の子牛に対して、特定の時間に特定の量を哺乳する哺乳ロボットの運用をとおして、適切な哺乳モデルを生成し、哺乳ロボットの適切な運用マニュアルを作成します（図2）。



図2 哺乳ロボットとA.I.の関係

③ 「ロボット・A.I.による放牧技術の開発」プロジェクト

ドローンや行動把握センサを用いて、高度な牧草地・放牧管理技術の開発を進めます（図3）。

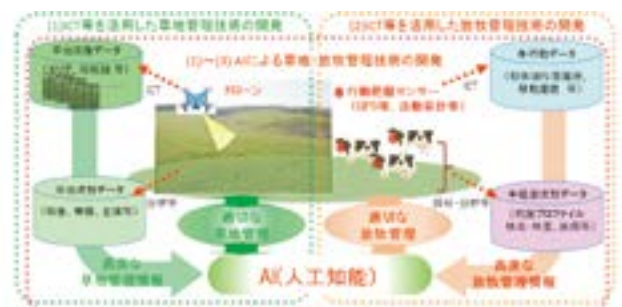


図3 牧草地・放牧管理技術と、センサおよびA.I.の関係

インテリジェントシステム 研究部門

Division of Intelligent System Engineering

部門長
理工学部電気電子情報工学科 教授

兵庫 明
Akira Hyogo



当部門は、2016年4月より改組し、医療や宇宙へのシステム応用を目指して再スタートいたしました。実力ある研究陣と設備により、現在までの数多くの価値ある研究成果をより一層向上・融合させ、医療・宇宙応用に向けたヒューマンライクで自律性を持った、そして人に優しいインテリジェントシステムの実現に向けた研究開発に取り組んでいます。

目的

種々の工学技術と理学の融合により、医療・宇宙応用に向けたヒューマンライクで自律性を持つ人に優しいインテリジェントシステムの実現に関する研究を行い、人類・社会に貢献することを目的としています

今後の展開

工学技術と理学を融合し、医療・宇宙応用に向けたインテリジェントシステム構築のために各要素技術のさらなる向上とシステム化を目指します

医療・宇宙応用向けヒューマンライクで自律性を持つインテリジェントシステムの構築

当部門で取り組んでいる研究内容の一部を以下に紹介いたします。

医療応用に向けた基礎研究

インテリジェントシステムを医療に応用するための基礎研究を行っています。ここでは主として次の5点について研究を実施しています。

○生体情報のセンシングとヘルスケア

生体インピーダンスなどをセンシングし、それらから種々の生体情報を抽出し、医療・福祉・ヘルスケアに供します。

○ウェアラブル情報機器用電波通信システム

身体に装着した（ウェアラブル）情報機器の UWB（Ultra WideBand）を用いた PAN ワイヤレス通信システムや、UWB 対応のアンテナの研究開発を行います。

○体内埋込み機器へのエネルギーの供給や情報伝送システムの研究開発

体内埋込み型人工心臓システムやカプセル型内視鏡システムへのエネルギーの供給や情報伝送システムの検討、ならびに回路の検討を行います。

○電磁波の癌診断や治療への応用に関する研究

マイクロ波などの電磁波を照射し、その反射特性や透過特性から乳がんの早期発見・診断を行う方法を研究開発します。また、電磁波を利用した温熱治療などに関する研究開発も行います。

○ワイヤレスエネルギー供給システムに関する研究

携帯機器や装着機器などへの電力供給について、電磁誘導や電磁波の形でワイヤレスにエネルギー供給できるシステムの研究を行います。

宇宙システムの自律化に向けた研究

宇宙機の果たすべきミッションが多様で複雑になるに従い、宇宙機の制御系には高い知能と自律化が求められています。しかし、地上での機器と異なり、質量・容積に強い制約があるため、高機能化への対応には使用するデバイスの高機能化が求められます。ここでは主として、衛星の統合制御計算機や自律分散型ロボットに用いる演算システムやセンサシステムを対象にして、最新デバイスの適応の可能性について検討することで、どの程度の小型化が可能となるかなどを検討しています。

ハードウェアの小型化、高周波化、省電力化に関する研究

インテリジェントシステムを医療や宇宙での機器に応用する場合には、先の2つの研究課題でも要求されているように、機器の小型化、省電力化、さらには、大容量伝送や高速動作のための高周波化が求められます。このため、ここでは主として以下の研究を行っています。

○高周波アナログ回路の研究

今後のインテリジェントシステムに必要な大容量データ通信のための高周波回路や無線 LAN 用の低雑音増幅器やミキサなどを含む GHz 帯の高周波フロントエンドの研究・開発を行います。

○低電圧・低消費電力回路

今後、電池動作や省電力動作が必要不可欠となるため 1.5V 以下で動作する回路やより省電力で動作する回路を研究し、開発します。

○回路の集積回路化

システムの超小型化のため、必要な回路をすべて集積化し、一つの集積回路で実現するための手法について研究しています（図1）。

○アナログ・デジタル変換回路（ADC）およびデジタル・アナログ変換回路（DAC）

センサなどからのアナログ信号をデジタル信号に変換する ADC 回路や、その逆にデジタル信号をアナログ信号に変換する DAC 回路についての高性能化について研究しています。

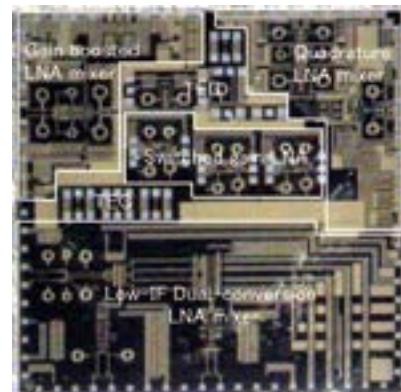


図1 試作した集積回路（IC）のチップ写真
（縦5mm×横5mm）

インテリジェントシステムを支える通信方式とネットワークに関する研究

データを効率的に送受信するための、アンテナ、伝送路、信号処理回路、さらには、通信方式などに関する研究を行います。

インテリジェントシステムを支えるエネルギーシステムに関する研究

地域での生活とエネルギーシステムに焦点をあて、分散エネルギーシステムの評価モデルおよび温暖化対策としての地域交通システムのあり方に関して研究を行います。これらは、体内埋め込み装置などの医療応用において低消費電力化が要求されるシステムへも適応できるものと考えられます。

ハードウェアシステムをよりフレキシブルにまた自律的に動作させるためのソフトウェアおよび理論の研究

ハードウェアをより効率的に動作させるためのソフトウェア、プログラミング言語や情報理論などを研究することでインテリジェントシステムを基礎から支えます。

先端都市建築研究部門

Division of Advanced Urbanism and Architecture

部門長
工学部建築学科 教授

高橋 治
Osamu Takahashi



目的	現代建築と都市基盤の更新によるサステナブル、レジリエントな都市環境計画理論の構築
今後の展開	対象地域について、地域研究・地域貢献・地域交流を展開し、都市再生計画のモデル化をはかり、地域計画、計画評価、合意形成の一般化へと展開する。また、構造や防災を充実させる。

工学部第一部、第二部、理工学部、国際防災科学専攻に所属する建築学都市学の専門家で構成される研究部門です。当該研究者は、長年、地域研究・地域貢献・地域交流活動を行っており、厚みのある研究の蓄積があります。理工科大のホームである神楽坂・外濠周辺地域に資する研究成果を出すことを目指しています。

都市文化、都市性能、都市デザインの3研究分野で構成される総合計画研究成果を都市計画策定に資する学術的知見として研究対象地域に還元する

研究部門の特徴

近代化産業化が高度に進行した今日の都市環境、都市生活に関わる諸課題は、その多くが、複合的相関的な事柄に起因しており、細かく専門分化された個別研究分野の成果だけでは、こうした課題を克服して、サステナブルで、レジリエントで、良好な都市環境を形成、維持、経営することが困難になっています。

そこで、本研究部門は、実践的な都市形成の統合システムを構築し、都市計画にかかる政策に資する具体的科学的知見として地域に還元することを目指して設立されました。学術研究の成果の社会への還元、大学の社会貢献という点から、当該研究分野には、行政組織、民間企業、NPO などから期待が寄せられ、そうした社会工学的研究部門であるところに特徴があります。

学術的および社会的な特色

本研究部門に所属する個々の研究者専門家は、各研究分野において一線の研究を重ねており、それは、日本建築学会、日本都市計画学会、日本建築史学会ほか当該分野の主要学会において広く認められているところです。各研究者の専門性を生かした連携による総合研究およびその社会還元は時代と社会からの要請でもあり、都市環境の先端的総合研究に特化した本研究部門の体制をとることで、それは速やかに弾力的に実施することが可能となります。各学会のネットワークを駆使した学術研究活動ができることも、当該研究分野の研究者が有する利点であり、それは社会的な特色ともなっています。

本研究部門の独創的な点は、第一に建築および都市計画にかかわる各分野の先端的な研究を連携して行う点、第二に江戸・東京 400 年のクロノロジカルな文脈における現代都市の課題を総合的に分析、成果をもとに設計、計画手法の研究に取り組む点です。とくに、東京理科大学のホームグラウンドというべき神楽坂地域および外濠周辺地域を対象とする研究は、世界の都市史の文脈上、都市構造上、ユニークな特性を備えた地域であり国際的な注目を集めうるといえます。

研究対象地域

研究対象地域は、第一に神楽坂キャンパスの位置する外濠及びその周辺地域とし、第二に国内の近代化された城下町（名古屋、大阪ほか）の同型地域、第三に近代化が進行するアジア諸都市の同型の地域（ソウル、北京、バンコクほか）へと拡張していく計画です。それぞれのプロセスで都市構造をモデル化、段階的研究成果を順次適用して総合都市研究を展開していきます。

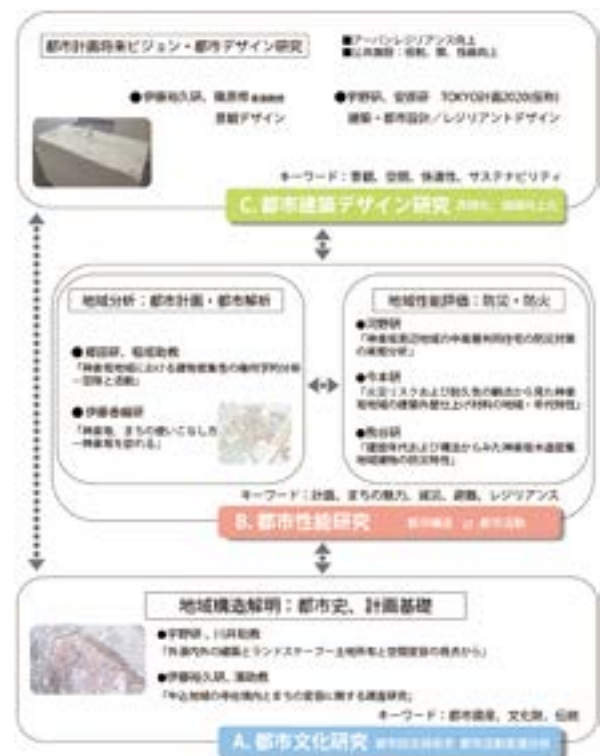


表1 研究分野と研究分担者



図1 神楽坂変遷図、「外濠の外」、伊藤裕久教授（2014年4月）



図2 「外濠・神楽坂7つのイメージ」、東京理科大学神楽坂地域デザインラボ（2014年4月）



図3 「近づくまちとほり」、まちと外濠をバリアフリーのデッキでつなぐ提案、外濠再生構想シンポジウム、東京理科大学神楽坂地域デザインラボ（2014年5月）

赤外自由電子レーザー 研究センター

IR FEL Research Center

センター長
理学部第一部化学科 教授築山 光一
Koichi Tsukiyama

FEL-TUS は中赤外領域における周波数可変高輝度パルス光源として世界的にも極めて特異な位置を占めており、その特徴を最大限に活用すべく学内外の研究者が現在光化学、分子科学、材料科学、生命科学の基礎および応用研究を推進しています。

目的

中赤外領域における周波数可変パルス光源である自由電子レーザー (FEL-TUS: Free Electron Laser at Tokyo University of Science) を利用した分子科学・材料科学・生命科学等の基礎研究を行う

今後の展開

分子科学や分光学の基礎研究、機能性材料、生体関連分子、表面・界面の物性および動力学的な解明を中心に展開し、FEL-TUS の特性を最大限に活用した研究を推進する

赤外自由電子レーザーの高性能化とそれを用いた光科学に関する研究

赤外自由電子レーザー研究センター (略称: FEL-TUS) は、科学研究費学術創成研究による研究プロジェクト「赤外自由電子レーザーの高性能化とそれを用いた光科学」の拠点として、1999 年野田キャンパスに設置されました。自由電子レーザー (FEL: Free Electron Laser) それ自体の開発研究は現在でも多くの研究機関で行われていますが、FEL-TUS は中赤外光源としての FEL の特長を活かした光利用研究を最重点課題として遂行する数少ない施設の一つです。

FEL 装置の概略を図 1 に示します。高周波電子銃より生成された電子ビームは、 α 電磁石でエネルギー分布を調整され、線形加速器へと打ち込まれます。その後最大 40 MeV まで加速された電子ビームは、偏向電磁石を通してアンジュレーターへ導入されます。アンジュレーターとは永久磁石 (磁極には SmCo を使用) の薄い板を規則的に張り合わせたものを上下に配置して、正弦波的に変調された磁場を生じる放射光発生デバイスです。アンジュレーター中を加速電子が通過すると、電子は蛇行運動をして接線方向に軌道放射光を発生します。この軌道放射光はアンジュレーター外側両端に設置された一対の金コート凹面鏡 (光共振器と呼ばれる) に蓄積され、電子ビームとの間に強い相互作用を起こさせることによって増幅されます。FEL 光は凹面鏡の直径 1 mm のピンホールより出力されます。このように FEL はレーザー媒質を有さず、その発振原理はレーザー (Light Amplification of Stimulated Emission of Radiation)、すなわち「レーザー媒質の誘導放射過程を利用した光の増幅」という本来のものとは根本的に異なっています。共振器より射出した FEL 光は実験室までその特性を保持して導光するため、一度平行光に変換され真空中を自由空間モードで伝播させています。

FEL の最大の特徴は、媒質の吸収による発振波長の制限が無く、原理的にはいかなる波長領域でも発振可能であるという点にあります。FEL-TUS は中赤外領域 (MIR: Mid Infra Red) 専用に設計され、実用的な発振波長は 5 ~ 10 μm ですが、これは分子の振動運動の吸収周波数帯に相当します。発振の時間構造にも大きな特徴があります。FEL-TUS の繰り返し周波数は 5 Hz であり、200 ms 毎のパルスをマクロパルスと呼んでいます。一つのマクロパルスは 350 ps 間隔の一連のミクロパルスから構成されます。

FEL-TUS の主な特徴として、

- (1) 5 ~ 10 μm において周波数可変であること
- (2) ピコ秒パルスを発振する高出力パルス光源であること
- (3) ほぼ完全な直線偏光性を有すること

等が挙げられます。

(1) に示したスペクトル領域は、分子内の結合様式の差異によって吸収スペクトルが顕著に異なる「指紋領域」と呼ばれる領域を含んでいます。すなわち赤外自由電子レーザーによって、ある特定の分子のある特定の振動モードを選択的に励起することができます。

(2) の特性によって FEL-TUS は様々な非線形光学効果を誘起することができます。分子に光を照射すると分子は通常一光子を吸収します。しかしながら FEL のように先端出力が高い場合には、一度に複数の光子を吸収する非線形現象が誘起され、これを多光子吸収と呼んでいます。

(3) の特性は、化学結合の配向性つまり表面にどのような分子がどのような空間異方性をもって配列しているかを調べるのに利用できます。

ほとんどすべての分子は中赤外領域に振動励起に基づく吸収帯を有します。したがってほとんどすべての物質を照射対象として設定することができ、FEL-TUS は中赤外励起に後続する現象を様々な分析法を通じて追跡することにより、その用途は先端計測技術開発から生命科学 [1, 3, 4]、材料科学 [2] まで極めて多岐にわたります。

生命科学への応用のトピックスとして、FEL によるアミロイド線維の光分解効果が見出されました。アミロイド線維は、アルツハイマー病などの難病の原因物質であり、 β -sheet と呼ばれる特殊な構造がシート状に重なり合って形成されています。これを通常の生理的条件下で分解することは非常に困難です

が、FEL をアミロイドの周波数 (6.0 μm) に調整して照射すると、アミロイド線維の構造が解きほぐされて元のネイティブ構造にリフォールディングすることがわかりました。今後、アミロイド線維を蓄積している病理組織へ FEL を照射すれば、病気の改善につながる治療効果などが期待されます。

当施設は平成 19 年度文部科学省「先端研究施設共用イノベーション創出事業」【産業戦略利用】に採択されました。平成 28 年度からは、放射光施設とレーザー施設間のネットワーク (光ビームプラットフォーム) 構築を通じたイノベーション創出を目指すとともに、当研究センターがこれまで培ってきた学術的知的資産および FEL 光利用の技術的ノウハウを学外に提供することにより、産業界、大学・独立行政法人等への共用を促進し、1. 新規計測技術の開発、2. 化学・物理学・分子科学分野、3. 材料科学・物性科学分野、4. 生命科学分野における基礎および応用研究を推進することにより、これらの分野における赤外光利用研究拠点の形成を図っていきます。

本研究センターは他の共同利用放射光施設とは根本的に異なり、レーザー発振時に実験を行うことのできるグループは一つに限られます。したがって多数の研究テーマを設定するよりは、ある特定の研究分野に特化した方が効率的です。今後も分子科学、材料科学、生命科学を微視的観点から追跡する基礎研究を中心に展開し、FEL の特性を最大限に活用した研究を推進していきたいと考えています。

- [1] Dissociation of β -sheet stacking of amyloid β fibrils by irradiation of intense, short-pulsed mid-infrared laser
T. Kawasaki, T. Yaji, T. Ohta, K. Tsukiyama and K. Nakamura
Cell. Mol. Neurobio., **38**, 1039-1049 (2018)
- [2] Time resolved temperature measurement of polymer surface irradiated by mid-IR free electron laser
M. Araki, T. Chiba, T. Oyama, T. Imai, and K. Tsukiyama
Nucl. Instr. Meth. in Phys. Res. B, **405**, 11-14 (2017)
- [3] Picosecond pulsed infrared laser tuned to amide I band dissociates polyglutamine fibrils in cells
T. Kawasaki, G. Ohori, T. Chiba, K. Tsukiyama and K. Nakamura
Lasers Med. Sci., **31**, 1425-1431 (2016)
- [4] Application of mid-infrared free electron laser tuned to amide bands for dissociation of aggregate structure of protein
T. Kawasaki, T. Yaji, T. Ohta and K. Tsukiyama
J. Synch. Radiation, **23**, 152-157 (2016)

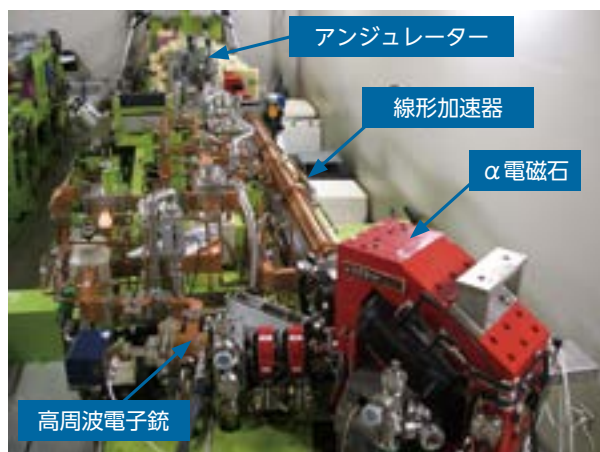


図 1 赤外自由電子レーザー本体

イメージングフロンティアセンター

Imaging Frontier Center

センター長
理工学部物理学科 教授須田 亮
Akira Suda

目的	多様な専門領域をカバーする本学の特長を生かし、最先端のレーザー技術、蛍光プローブ技術、イメージング技術を融合することで、細胞や生体組織の反応・温度・力学特性を測定する革新的技術の創出を目指します
今後の展開	生体内の細胞の挙動や組織・臓器、血管などのネットワークをリアルタイムで観察するイメージングシステムの実現に向けて新技術の開発に取り組みます

光を用いたライブイメージング技術は生命科学の発展に不可欠です。幅広い専門領域を抱える本学は、さまざまな分野の研究者が結集して最先端の研究開発を行う体制が整っており、この融合分野における研究拠点としての役割が期待されます。

生命科学に資する最先端イメージング技術の開発と実証

✿ 設立の経緯と趣意

イメージング、「もの」を見るということは、あらゆる分野で共通な方法論です。「百聞は一見に如かず」ということわざにもあるように、自然科学の疑問の中には「見る」ことで解決するものは意外と多いものです。また、「一見」することで得られた成果は、さらに多くの疑問を生み出し、後に続く研究の発展を刺激することになります。とりわけ生物学では、生物体の構造だけでなく、その機能までも可視化することが求められています。最先端の研究を展開するには、最先端のイメージング技術が不可欠です。イメージングフロンティアセンター（IFC）では、光源技術、蛍光プローブ技術、情報科学、さまざまな生物種・細胞のライブイメージングの研究者が一体となって学際的な研究を展開する体制が整っています。理工学と生命科学の連携を大きく前進させて、最先端の研究成果を世界に向けて発信すること、豊かな、多様性に富んだ多くの優れた人材を育成すること、ひいては研究拠点としてこの分野の発展に寄与することを目的としています。

✿ 研究内容

蛍光イメージングにおける観察障害を除去し深い観察深度を実現するため、波長 1000 nm を超える波長域（OTN）の近赤外光を用いたイメージング技術の高度化を進めます（図 1）。さらに生体透明化溶液の透明化機構の解明に取り組むとともに、植物特有の細胞内小器官に含まれる自家蛍光物質を観察障害として除去するための透明化技術を開発します。このような動植物細胞の蛍光イメージングのバックグラウンド除去技術をメンバーで共有しながら応用研究を展開します。

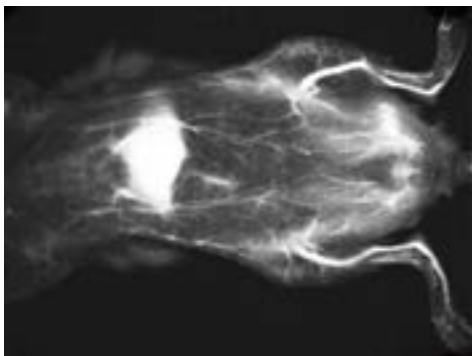


図 1 マウスの血管イメージング

また、これまでの技術では測定不能であった生体内の反応、温度、硬さを多次元情報として可視化できるイメージングシステムの開発を進めます。その要素技術として、細胞、組織、器官の力学物性を測定する顕微レーザー誘起光圧力表面変位法や細胞の温度イメージングを可能とする蛍光ナノサーモメトリーを開発します。さらに、反応イメージングのための酵素反応を含む多次元情報の可視化に展開できるプローブの作成を錯体化学や生物工学の技術を用いて推進します（図 2）。

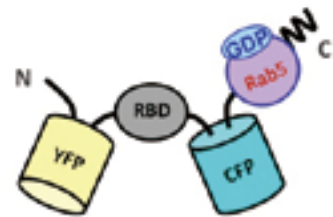


図 2 G 蛋白質の ON/OFF 反応を可視化する FRET センサー

これらの技術をもとにがん、脳神経疾患、免疫疾患の診断や解明に役に立つ生体情報や組織、臓器、血管などのネットワークを生きたままリアルタイムで描出可能なイメージングシステム、生体内の極微小空間の反応、温度、硬さを多次元情報として可視化できるイメージングシステム、植物の自家蛍光を排除した農作物イメージングシステムを開発します。ライフイノベーションとグリーンイノベーションの研究促進ならびに国民の健康増進、日本農業の競争力強化に貢献する革新的な計測装置を本研究拠点から創出します。

✿ 研究体制

本学の理学、工学、薬学分野の専門家と各種生物、生命科学の専門家とが密にコミュニケーションを図り、ユーザーの要求に応える先端的なイメージング技術を開発するため、ユーザーとデザイナーの双方が混在するメンバーでセンターを構成しています。本センターのメンバーがその母体となる各部局と協力し、上記の基盤技術を高度化するとともに新たな技術の創出を促します。また、総合研究院の他の研究部門・センターに潜在するユーザーやデザイナーとの連携を図ります。さらに、ワークショップやセミナーを開催し、学外との交流や共同研究を活発に進めることにより、最先端イメージングの拠点を形成することを目指しています。

✿ 期待される効果と波及効果

多くの生物種のゲノム情報が明らかになった今、生命科学の広範な分野の研究の発展にとって、生体内の分子の動態やそれらの相互作用を生きたまま解析するライブイメージング技術は不可欠です。イメージングフロンティアセンターではレーザー技術、新規蛍光プローブ技術、多様な生物種・細胞のライブイメージングの研究者が一体となって高度に学際的な研究を展開することにより、生物学、生命科学にブレークスルーをもたらす、世界的に見ても類例のない斬新なイメージング技術の開発を目指します。理科大発の強力な方法論を世界に向けて発信すると同時に、理工学・生命科学双方の分野に精通した視野の広い人材の育成にも資することが期待されます。



数理モデリングと 数学解析研究部門

Division of Mathematical Modeling and its Mathematical Analysis

部門長
理学部第一部数学科 教授

加藤 圭一
Keiichi Kato



本研究部門は、2015年に設置された研究部門です。数学解析の研究者および数値解析の研究者が、それぞれの学問領域に閉じこもることなく、それぞれの研究成果を物理学、工学等の研究者と共有し、発展させることを目指しています。我々の研究部門でお手伝いできることがあれば、ご協力します。

目的

数学解析に関わっている純粋数学、応用数学、理学、工学の研究者を結集して、数学と理学・工学の境界領域の研究を行うことを目的としています

今後の展開

2015年に設立した研究部門です。今年度は、部門内の研究者の総合交流を活性化することにより、共同研究を進めていきます。また、学内へ向けて数学に関する相談も受け付けています。

数学解析、数値解析、物理学、化学、生物学および工学を融合した研究

本研究部門は、2015年4月に設置された部門です。今年度以降の共同研究計画あるいは共同研究の芽をご紹介します。()内は、研究の中心となるメンバーです。

■ **波束変換によるシュレーディンガー方程式の解の表現とその応用：**
波束変換を用いた新しいシュレーディンガー方程式の解の公式を用いて、与えられたポテンシャルに対するエネルギー順位とその固有状態を計算する新しい方法を確立すること。その方法による数値計算を用いて、物理学等に寄与すること。昨年度より、この方法による数値計算を始めており、現在、どのくらい有効かを確認しているところである。(理学部第一部数学 加藤圭一)

■ **時間依存密度汎関数法の数値解と応用：**
ナノスケール物質が光などの外場に晒されたときの電子、陽電子、原子核の非平衡ダイナミクスを、多成分時間依存密度汎関数 (TDDFT) 方程式を数値的に解くことによって明らかにする研究を進めている。最近、強電場とフェムト秒レーザーを照射することによって物質の原子構造を探る実験と応用研究 (LaAPT) の基礎理論を構築することを目的に、分子動力学 (MD) 法を組み合わせた TDDFT+MD 法によるシミュレーションを行っている。今後は、TDDFT+MD 法の高速度のためのプログラム開発も併せて進める。(理学部第一部物理 渡辺一之)

■ **木構造と階層的現象に基づく確率モデルとその解析：**
関数空間に付随した諸概念に論拠を置く確率論的手法により、多様性の伴う木構造におけるランダムな現象をカバーする方法論を開拓する。さらに、データが与えられた場合に分析的な方法論が適用できるよう、分布論的な理論体系の試論も並行して展開する予定である。(理学部第一部数学 金子宏)

■ **一般化された Keller-Segel 系の解の有界性と漸近挙動：**
細胞性粘菌の集合体形成を微分方程式を用いて記述した生物モデルとして、Keller-Segel 系があり、近年盛んに研究されている。Keller-Segel 系の解が時間に関して一様に有界であるかどうかという問題は、数学と生物の双方の観点から重要な課題である。石田・横田は、Keller-Segel 系を少し一般化したモデルに対して、これまで未解決だった解の有界性の問題についての解決方法を発見した。今後はさらに一般化したモデルに対して解の有界性の問題を解決していく予定である。(理学部第一部数学 横田智巳)

■ **p(x)-growth をもつ汎関数に対する変分問題とその応用：**
p(x)-growth をもつ汎関数は、もともとサーミスタの数学モデルに関する問題において扱われたのが最初であり、また、一般に変動指数をもつ項を含む偏微分方程式はレオロジー等の分野にも現れている。p(x)-growth をもつ汎関数に対する変分問題の数学解析を継続しつつ、その新たな応用を模索する。(理工学部数学 立川篤)

■ 破壊現象を念頭に置いた、非線形弾性体の数学解析：

現在まで線形弾性体を仮定した脆性破壊は線形破壊力学として体系化され、シミュレーション・ソフトウェアも開発されてきたが、そこには工学的仮説が多く、基礎となる数理モデルの構築は困難を極め、一般の破壊現象への適用には限界がある。多様な破壊現象を扱う際には、線形弾性体よりも広い枠組みで捉えられ、物理的にも意義のある非線形弾性体モデルの解析が必要不可欠である。そこで、本研究では破壊現象に則した非線形弾性体モデルの数学解析をおこなう。(理学部第二部数学 伊藤弘道)

■ 非破壊検査に関わる逆問題の数理解析：

非破壊検査とは、構造物部品の内部の欠陥や微少な表面の欠陥を検査物を破壊せずに検査する技術である。この技術は材料の分野だけでなく、医療 (CT や MRI など)、地球科学 (地球の内部構造の決定) など広汎にわたる応用がある。この問題は数学的には境界値逆問題として定式化され、これまで、線形 (粘) 弾性体におけるき裂や多角形空洞の再構成の逆問題や導電体における溶接部分の再構成について考察してきた。今後は、様々な (粘) 弾性体の非破壊検査に関わるき裂の逆問題や材料定数の評価の逆問題を研究する。(理学部第二部数学 伊藤弘道)

■ 非線形偏微分方程式の解の特異性と長時間挙動：

気体の運動を記述する一般化されたバロトロピックモデルにおいて、有限時間で真空状態が発生するための十分条件を与えることを目標としている。特に、気体にかかる圧力が大きければ、真空状態が起こり得ることを示す。この研究と並行して、滋賀県立大学の杉山裕介氏および新潟大学の山本征法氏とともに、半導体中の電子の動きを記述する移流拡散方程式の可解性と漸近挙動の研究を進める。(理学部第一部数学 加藤圭一)

$$\frac{\partial u}{\partial t} = -\frac{1}{2} \Delta u^2$$

$$u(x) = e^{i\pi t} e^{-\frac{1}{2} \pi x^2}$$

$$W_{\alpha, \beta}(x, y) = \int \varphi(t, y-x) u(t, y) e^{-i y^3} dy$$

$$(i\alpha - \frac{1}{2} \beta - i\alpha \beta - \frac{1}{2} (1\beta^2 - 1x^2)) W_{\alpha, \beta}(t, x, y)$$

$$W_{\alpha, \beta}(t, x) = 0 \text{ for } (t, x) \in \Omega_{\alpha, \beta}$$

現代代数学と異分野連携 研究部門

Division of Modern Algebra and Cooperation with Engineering

部門長
理工学部数学科 教授

伊藤 浩行
Hiroyuki Ito



代数学をベースとして理論から実践まで多くの分野を繋げる研究部門で、2016年10月からスタートしました。数学内部の理論研究により純粋数学の発展に寄与すると共に、代数学ベースの連携分野の研究を深化させます。さらに、未来へ向けた新しい分野との連携構築を行い、東京理科大ならではの研究拠点を目指します。

目的

代数学内部の相互連携による代数学研究の深化と、20世紀後半からの代数学ベースの新しい応用分野との連携を進展させるとともに、未来へ向けた新しい連携分野を発掘することを目的とします

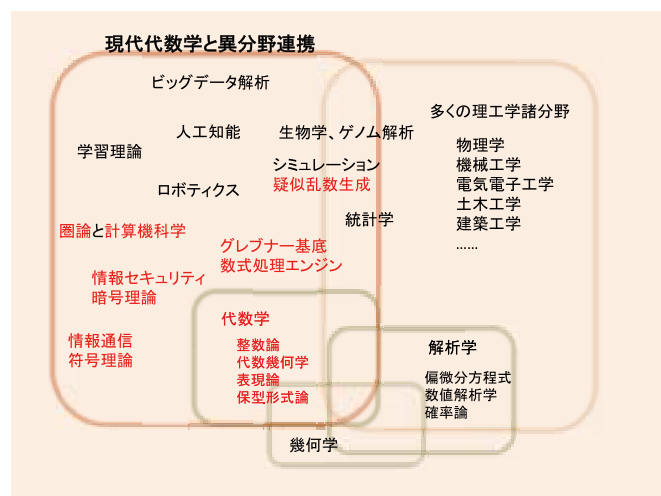
今後の展開

数学研究への寄与と既存の連携分野発展を継続すると共に、代数学ベースの新たな連携分野発見と東京理科大の特色を活かした研究拠点作りを目指します

代数学諸分野と代数学ベースの応用諸分野の理論を中心とした研究

「現代代数学と異分野連携」研究部門設立の背景と目的

学問として2000年以上の歴史を持つ数学にとって、異分野との相互作用は学問の深化のために非常に重要なファクターのひとつです。純粋数学は代数学、幾何学、解析学に大きく分類されますが、代数学と解析学は幾何学（的对象）を軸として車輪の両輪と捉えることが出来ます。その長い歴史の中で、多くの理工学諸分野が連続的对象を主に扱う解析学と影響を及ぼし合ってきましたが、20世紀以降、情報科学や情報工学、電気電子工学や機械工学などにおいて、離散的对象を主に扱う代数学との連携が行われ、新しい研究を生み出しています。代数学をベースとした広がりを持つ本部門は、解析学を中心とした「数理モデリングと数学解析研究部門」と緩やかな連携を結びながら、理工学全体を支える基礎科学としての数学と、その上にたつ異分野との連携を行い、理科大ならではの研究拠点として未来に貢献する研究を行うことを目標とするものです。



「現代代数学と異分野連携」部門における研究内容

本研究部門は、学内に散らばる整数論、数論幾何学、代数幾何学、可換環論、表現論、保型形式論、代数的位相幾何学などの代数学中心の研究者に加え、離散数学、組合せデザイン、計算機代数学、計算論理学、暗号理論、符号理論、応用代数学などの代数学ベースの応用研究を扱う研究者から構成されています。これまで、分野の垣根や大学の枠を越えた、セミナーやワークショップ、国際会議などの開催を通じて緩やかな連携関係を保ってきました。今後も、この連携関係を強化し、これまで個人レベルで行われてきた部門内や学外研究者、さらには民間企業研究者との間の共同研究を、個対多の関係へ進展させ、部門から多くの基礎研究および連携研究を生み出します。

具体的に部門内に設置される研究グループは、基礎研究3グループ、応用研究3グループがあり、グループ相互に連携をとり合いながら研究を行います。基礎グループは野田代数セミナー、神楽坂代数学セミナー、特異点・トポロジーセミナー、代数幾何学ワークショップ、野田代数幾何学シンポジウムを定期的に開催し、連携をとりながら研究を推進します。一方、応用グループは基礎グループと連携を図り、共同セミナーや特定分野の学内外講師によるワークショップ

開催などにより、異分野間の連携の要となる「出会いの場」や「議論の場」を積極的に提供し、研究活動の起爆剤とします。また、現在個人レベルで行われている学外研究者や企業との共同研究を組織としての研究に進化させます。



本部門は基礎グループ、応用グループいずれも理論中心の部門であり、1) 学内の多くの学科に分散している若手から中堅までの幅広い層の研究者の連携であること（7学科、20歳代～40歳代が70%）、2) 国内外での共同研究実績が豊富であること（欧州4カ国8名、アジア2カ国4名、国内研究機関17カ所20名、民間3企業5名の研究者）、3) セミナーやシンポジウムの定期開催による連携が継続的に行われてきたこと、などが特色として挙げられます。

将来展望

今後は、連携の第一段階である個と個の協力関係や知識供与、意見交換を経て、第二段階である問題の共有から共同研究（個から多）へと進み、将来的に多と多による大きなプロジェクトに発展させたいと考えています。

代数学ベースの異分野連携は20世紀後半から急速に重要性を増し、21世紀になった今日も思いがけない新たな連携分野が発見されています。「数理モデリングと数学解析研究部門」と共同で行う技術相談窓口や本部門主催の「出会いの場」などを通して、今後、新たな代数学ベースの異分野連携分を開拓していきます。

所属	職位	氏名	学位	主な研究分野
理工学部数学科（部門長）	教授	伊藤浩行	博士(理学)	代数幾何学・応用代数学
理学部第一数学科	教授	真田克典	理学博士	多変数のホモロジー論・多変数の表現論
理学部第一数学科	教授	木田雅成	Ph.D	整数論
理学部第一数学科	教授	功刀直子	博士(理学)	有界群の表現論
理学部第一応用数学科	教授	佐藤洋祐	Ph.D	計算機代数・計算論理
理学部第一応用数学科	教授	関川浩	博士(数理学)	計算機代数
理工学部情報科学科	教授	宮本暢子	博士(経営工学)	離散数学・組合せデザイン
理学部第二数学科	准教授	佐藤隆夫	博士(数理学)	代数的位相幾何学
理工学部数学科	准教授	青木聖樹	博士(理学)	保型形式
理工学部数学科	准教授	大橋久能	博士(理学)	代数幾何学
理工学部数学科	准教授	小松亨	博士(理学)	代数的数論・数論幾何学
理工学部数学科	准教授	八森祥隆	博士(数理学)	代数学・整数論
理工学部数学科	講師	中村隆	博士(数理学)	数論・確率論
理工学部数学科	講師	加藤和	博士(理学)	整数論
理工学部電気電子情報工学科	講師	五十嵐保隆	博士(工学)	理論的暗号解読
理学部第一数学科	嘱託助教	板垣智洋	博士(理学)	多変数の表現論
理学部第二数学科	嘱託助教	野村次郎	博士(理学)	代数的整数論
理工学部数学科	嘱託助教	榎園誠	博士(理学)	代数幾何学
理工学部数学科	嘱託助教	松本雄也	博士(数理学)	代数幾何学
理工学部情報科学科	嘱託助教	地香碩子	博士(理学)	離散数学

火災安全科学研究拠点

Research Center for Fire Safety Science

設立2009年7月

✉ kasaianzen-ml@tusml.tus.ac.jp

拠点長
総合研究院 教授

萩原 一郎

Ichiro Hagiwara



目的

「火災安全科学研究拠点」は、文部科学省より共同利用・共同研究拠点として認定され、学外の研究者と先端的な共同研究を行っています。

本拠点では、東京理科大学における火災安全に関する研究・教育を推進するとともに、全国の大学等との共同研究及び共同利用に供し、我が国の火災安全研究・教育、次世代を担う学生・研究者の科学教育・研究の推進に寄与することを目的とします。

国内の知を集約させる役割を本拠点で担うことで、効率的かつ効果的な成果が期待されると同時に、多分野横断型の火災科学“理論”と大型実験施設による“実践”的対応を中心とした研究が実施され、火災被害損失の低減に大きく寄与することが期待されます。主には、都市化に伴う新空間（超高層、地下）および工業化・省エネルギー化に伴う新材料（主にアルミ、プラスチック等）の利用に伴って増大する火災の潜在リスクの抑制に資することを目的として研究を行っています。

公募に関するスケジュール

公募は、原則として年1回とし、研究開始は年度初めとしています。ただし、必要に応じて緊急を要するような研究課題については、年度の途中から申請することも可能です。

申請に関するおおよそのスケジュールは次の通りです。

- テーマ揭示開始時期：2月中旬
- 申請期間：2月中旬～3月中旬
- 採択結果通知：4月上旬
- 共同研究開始：4月～翌年3月
- 成果概要の提出：翌年4月中旬

公募研究テーマ（採択例）

【一般研究課題】

A. 建築火災安全に関する基礎的研究

- 大規模ファサード火災からの放射熱の測定方法及び推定アルゴリズムの構築のための実験的研究

B. 材料燃焼科学に関する基礎的研究

- 木質系仕上材の自己展炎性制御に関する検討
- 内装材料の側方火災伝播速度の測定方法に関する検討

C. 消防防災に関する基礎的研究

- 高粘度液体による木板外壁への防火性に関する研究

D. 大規模火災に関する基礎的研究

E. 火災安全の技術革新および対策に関する研究

【重点研究課題】

F. 建築物の構造耐火性等に関する実験的研究（※）

- （※）大型壁炉、多目的水平載荷加熱試験装置を使用する等の大規模実験を伴う課題

【イノベーション課題】

G. 火災リスク低減に資する技術革新が期待できる研究開発課題（#）

- （#）防耐火技術、防火材料開発、消火技術、消防活動支援など、様々な火災リスク低減に資する技術のうち、近年中に実用化が期待できるものを対象

運営体制および評価の方法

拠点の中心となる運営委員会は、委員長を中心に、10名の委員（学内5名、学外5名）により構成されています。

運営委員会は、研究及び業務の基本方針、管理運営の基本方針（予算の原案作成等を含む）、公募研究テーマ等の事業計画等々、本拠点に関する事項の最高意志決定を行う場となります。

運営委員会の傘下に公募課題選定委員会、および2つの専門委員会（WG）を設けることで、円滑な運営を図っています。公募課題選定委員会および各専門委員会の役割は下記の通りです。

公募課題選定委員会

公募された研究テーマに対し、申請課題の採否を検討する委員会。申請に対して、研究目的の明確さ、研究計画および研究方法の妥当性、申請予算の妥当性、研究の成果の見通しと発展性などを考慮して採択・不採択の審議を行います。

設備・機器管理専門委員会（WG）

主に実験棟の利用計画の管理を行います。その他、施設内の設備・機器の維持管理も行い、さらに、利用者に対して設備・機器の使用方法等の講習会や安全管理講習なども行います。

研究テーマ策定専門委員会（WG）

共同利用・共同研究として相応しく、かつ本拠点の目的や社会のニーズに見合った研究テーマを策定すべくテーマ・計画の立案を行います。

評価委員会

共同研究の遂行状況や成果に関して中間・事後評価を行うことで、研究の方向性も含めたチェック機関としています。

特色ある共同研究拠点の整備の推進事業

国際化・ネットワーク化・人材育成の機能を高め、拠点活動を更に強化すべく、2017年度から、文部科学省による「特色ある共同研究拠点の整備の推進事業～機能強化支援」の支援を受け、次の事業を展開しています。

- ・様々な産業界のニーズに応える共同研究の実施
- ・情報発信力の強化による広報活動及び人材育成への貢献

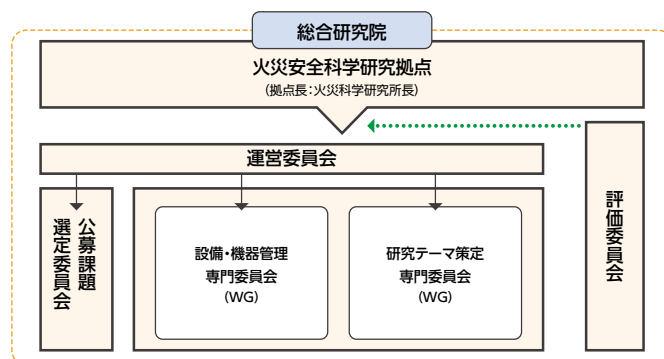


図 拠点運営組織

利用可能施設・装置の例



コーンカロリーメータ試験装置 (ISO5660)

熱放射のある場での建築材料の着火性や発熱性を調べるための装置で、円錐形の電気ヒーターの下に試験体を置き、ヒーターから熱放射を加えつつ試験体表面上10mmのところにパイロット炎を当てます。熱放射は0～50kW/m²までの範囲に設定でき、それぞれの熱放射での着火時間・発熱量を測定します。



FTIR ガス分析装置 (ISO19702)

燃焼性・発煙性試験装置に接続して、燃焼ガス分析を高速連続測定が可能となるように開発されたものです。短時間間隔(5～10秒)での測定値を更新することが可能となっており、測定対象ガスを火災燃焼発生特有のガス種に特化しています。



ICAL 試験装置 (放射パネル)

本装置は、一定の熱流束を放射熱伝達で与えた状態において、可燃物の燃焼挙動を把握する装置です。放射加熱を受ける部材の熱的挙動を調べることができます。パネルヒーター部は、幅1.75m×高さ1.38mの加熱面積を有し、表面温度を950℃に上昇させることにより、50kW/m²の熱流束を可燃物に与えることができます。



燃焼熱量測定用フード (5×5m)

室内の家具・備品等を燃焼させ、その燃焼ガスを捕集・分析し、燃焼特性を解析する設備です。ダクト内に燃焼ガスの流量測定およびサンプリング装置を装備しています。設計上の測定発熱量は最大2MWを想定しており、最大600ml/minの吸煙量を設定できます。また、移動型4×4mも有しています。



火災実験用実大区画 (散水設備対応)

幅6m×奥行き6m×高さ2.7mの室内を模擬した実規模火災区画であり、天井部にはスプリンクラー等の散水設備を設置することが可能です。主に、散水設備の消火性能実験に用いられる他、最近では散水設備を動作時の煙流動性状の実験が行われています。



ルームコーナー試験装置 (ISO9705)

幅2.4m×奥行き3.6m×高さ2.4m(約6畳)の空間に、幅0.8m×高さ2mの開口を設けた装置であり、室内に家具や壁紙等を配して初期火災から盛期火災を再現することが可能です。また室内全体が短時間で火炎に包まれるフラッシュオーバー現象も再現可能で、その時の燃焼ガス濃度、温度分布、室内映像も測定できます。



中型複合炉

耐火性能を試験評価する設備であり、柱・梁・床・壁等のあらゆる構造部材に対応できます。ISO834に定められた標準加熱温度および炉内圧力を制御できる加熱設備です。加熱炉サイズは幅・奥行き・高さ1.5mとなっており、また急加熱も可能です。



大型壁炉

建築の外壁材の火災における耐火性能を試験評価する設備であり、ISO834に定められた標準加熱温度および炉内圧力を制御できる加熱設備です。壁面に20台のバーナーを配置して、加熱サイズは3.5×3.5mまで可能です。载荷加熱試験も可能です。



多目的水平载荷加熱試験装置

加熱と载荷の両機能を一体化することで、試験体対象部材に外部加力を与えながら耐火試験を行うことが可能な装置です。建築物の水平部材〔梁、床、屋根〕および垂直部材〔柱、壁〕など、建築物のあらゆる構造部材について、ISO834で提案されている試験体サイズに対し、規定の標準加熱温度曲線による耐火性能試験・評価に対応可能な設備です。

光触媒研究推進拠点

Photocatalysis International Research Center (PIRC)

設立2015年4月

✉ pirc@rs.tus.ac.jp

拠点長
米譽教授藤嶋 昭
Akira Fujishima

目的

本拠点のみに整備された光触媒性能評価装置群を広く開放し、共同研究を介した優れた研究者コミュニティの形成を推進することで、光触媒研究の中核機関となることを目的とします

今後の展開

光触媒の社会実装を通じて、①省エネ・環境配慮型社会の実現、②安全安心な健康社会の実現、③快適空間の実現を目指します

「環境の時代」と言われる21世紀。私たちは、地球温暖化や資源枯渇、大気汚染や水質汚染など、多くの問題を抱えています。光触媒は「環境技術」であり多様な可能性を秘めています。本拠点が光触媒研究の中核機関となり、世界中の研究者との共同研究を推進することで光触媒を発展させ、諸問題の解決に貢献したいと考えております。

本拠点が所有する特徴的な装置群を活用することで、光触媒科学を深化させ社会実装に結び付ける

設立の経緯

本拠点は、保有する光触媒性能評価装置等を広く開放し、全国の研究者との共同研究を通じて、光触媒研究の加速的な推進と光触媒技術の発展・普及を目指す研究ネットワークの中核拠点として、文部科学省「特色ある共同利用・共同研究拠点」に認定され、2015年4月にスタートいたしました。また、2015年度から2017年度まで実施した「特色ある共同研究拠点の整備の推進事業～スタートアップ支援～」での活動実績が認められ、平成30年度「特色ある共同研究拠点の整備推進事業～機能強化支援～」に採択されました。

拠点の目的

東京理科大学は、「理学の普及を以て国運発展の基礎とする」を建学の精神に掲げ、「日本の理科大から世界の理科大へ」を目指しています。本拠点は、特徴的な装置群を広く開放し、内外の優れた研究者との共同研究を推進することで、光触媒研究の中核機関となることを目指します。

また、光触媒はホンダ・フジシマ効果に端を発する日本発の科学技術であり、その発見から今日までの発展を日本が牽引してきました。光触媒技術の積極的かつ必然的な導入を目指した共同研究を推進することで、日本発の技術であることの広報活動とこれを契機としたより一層の光触媒技術の発展を先導する活動を実施します。

拠点の特色

光触媒はすでに1,000億円産業に発展していますが、それでもなお社会からはより高度なニーズが多数上っています。本拠点では、光触媒が持つセルフクリーニング効果や強い酸化分解力を利用した空気・水浄化、太陽光エネルギーの物質変換である人工光合成などを活用し、クリーンな環境やクリーンなエネルギーなどを創出するホンモノ志向の研究活動を推進します。

そのため、JIS、ISO基準に準拠した光触媒性能評価用機器の利用促進を図るとともに、最先端プラズマプロセス等の新規合成法を駆使した光触媒材料の開発も支援します。本拠点の装置群を広く公開し、内外の研究者との共同研究を通して、社会実装につながる学術研究を促進する活動を行います。具体的な社会実装として、①省エネ・環境配慮型社会の実現、②安全安心な健康社会の実現、③快適空間の実現を目指しております。

省エネ・環境配慮型社会の実現

- ・光触媒付き樹脂ガラスの開発
- ・建材への光触媒遮熱塗料の開発
- ・高効率水分解光触媒材料の開発
- ・二酸化炭素を原料とする燃料生成プロセスの研究開発

安全安心な健康社会の実現

- ・光触媒のモビリティ応用
- ・水・空気浄化に向けた除菌技術の開発
- ・光触媒式モスキートトラップシステムの開発
- ・植物工場における有用植物の生産技術開発

快適空間の実現

- ・内装材用環境浄化型光触媒の開発
- ・室内空間への太陽光導入システムの開発

図2 光触媒研究推進拠点での研究

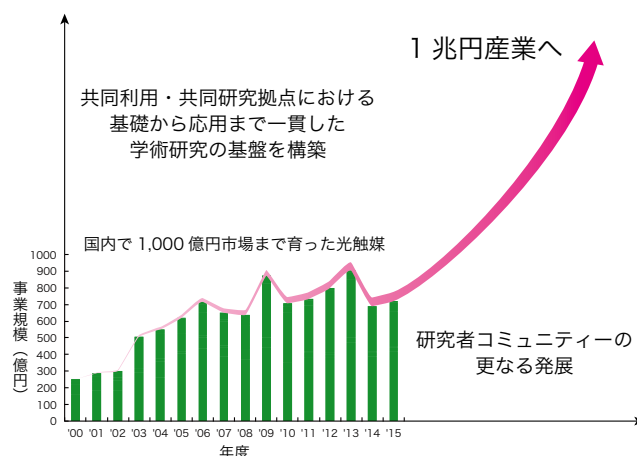


図3 光触媒研究推進拠点での目標



図4 光触媒研究及びその実用化による経済・社会への波及



図1 光触媒研究推進拠点の銘板

総合研究院 特別アカデミー開催

FOCUS

最新の科学技術に
精通する著名な講師をお招きし、
本学の教員・学生向けに講演いただく
「総合研究院アカデミー」が
2018年12月より始動しました。



その一環で、
2019年7月には、
総合研究院メンバー同士の
親睦と交流を主眼として、
「総合研究院特別アカデミー」を
野田キャンパスで開催し、
約40人が参加しました。



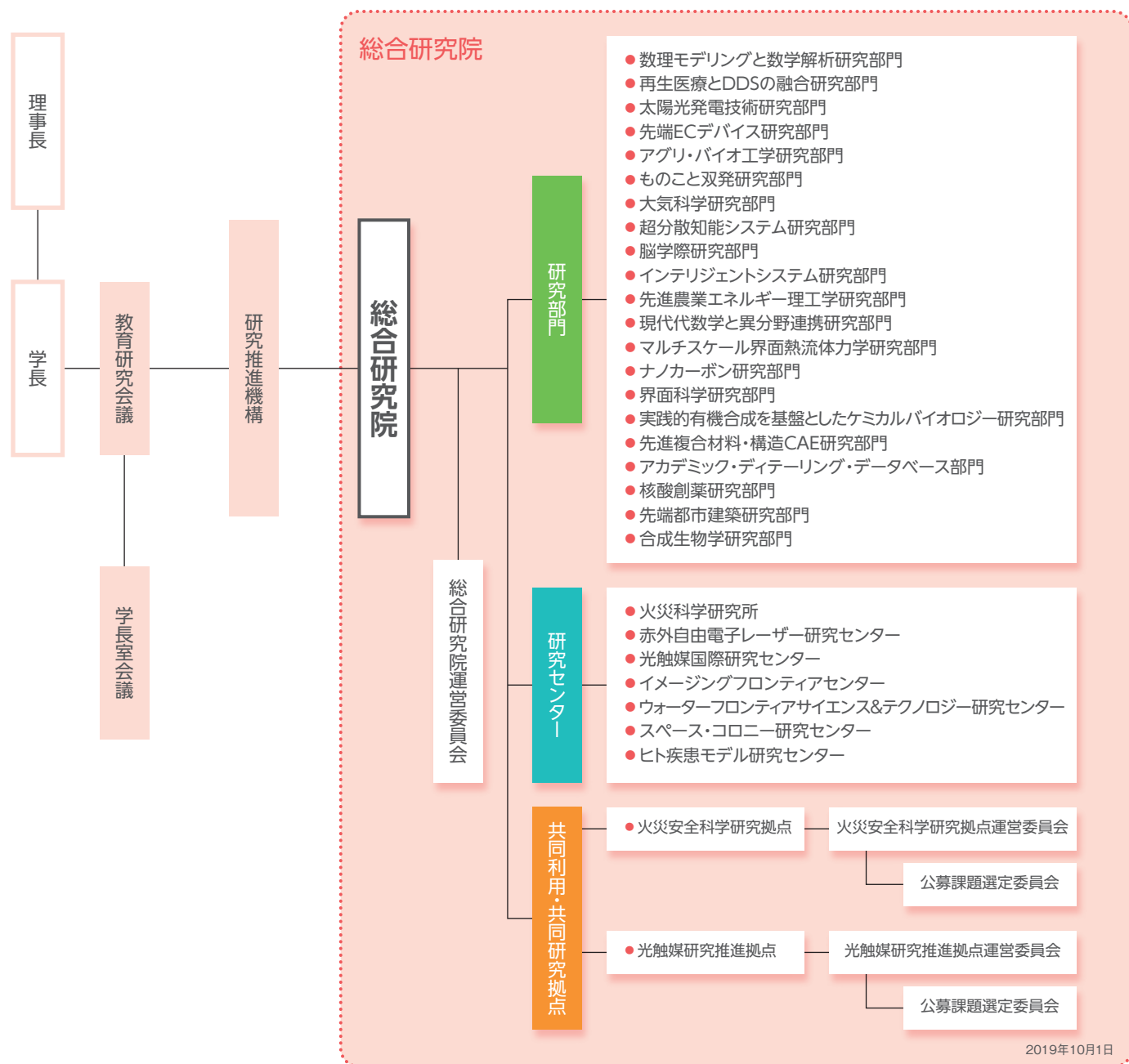
高柳院長による講演
「量子コンピュータ
—アインシュタインの貢献、
量子力学が社会変革をもたらす?—」
に参加者たちは熱心に
耳を傾けていました。



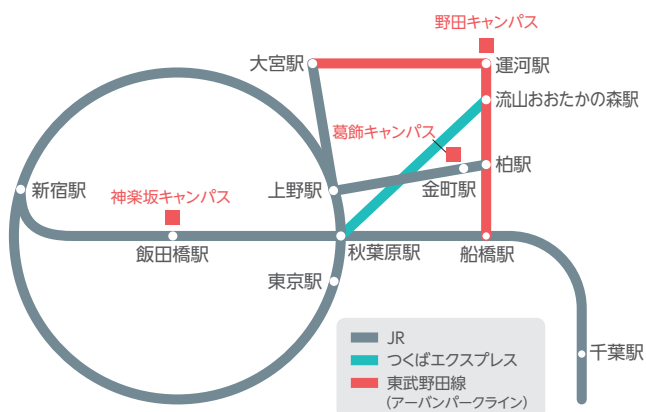
これに続いて交流会が屋外バーベキュー施設「あずまや」で開かれ、
教員と学生たちが、部門を越えて親交を深め、
総合研究院の横串の研究体制の更なる発展を図りました。
梅雨のため、直前まで天気が心配されましたが、
参加者たちの熱い思いが空に届いたかのように過ごしやすい気候の下、
賑やかに開催されました。

1980～1989		歴代の長
1981.1.22	総合研究所発足 固体物性、界面科学、火災科学、リモートセンシングの4部門	高木 敬次郎 (1981-1982)
1982	破壊力学部門開設 全5部門	丸安 隆和 (1982-1985)
1983	バイオシステム部門開設 全6部門	鶴田 禎二 (1985-1990)
1987	生命科学部門発足 全7部門	
1988	●固体物性研究部門、破壊力学研究部門を解消 ●バイオシステム研究部門をインテリジェント研究部門へ改称 ●計算力学研究部門開設、高温超伝導研究部門開設 全7部門	
1989	生命科学研究所創設	
1990～1999		
1990	静電気研究部門開設 全8部門 野田地区に研究スペースを確保	向山 光昭 (1990-2001)
1994	付属研究施設・海洋生物研究施設設置	
1996	情報科学教育・研究機構発足	
1997	付属研究施設・高機能新素材合成解析センター設置	
2000～2009		
2003.4	DDS研究部門が学術研究高度化推進事業に採択	石井 忠浩 (2001-2004)
2003.7	火災科学研究部門が21世紀COEプログラムに採択	
2004.3	「東京理科大学における研究所等のあり方について(答申)」	二瓶 好正 (2004-2007)
2005.4	「東京理科大学総合研究機構設立の提案 (東京理科大学総合研究所将来計画の最終答申)」	
2005.11.1	総合研究機構発足 10センター 5研究部門	
2006.1	研究推進室を設置	
2006.5	東京理科大学創立125周年	
2006.10	研究技術部研究機器センター設立	
2006.11	総合研究機構設立記念フォーラム「サイエンスーひとー21」開催	
2007.4	赤外自由電子レーザー研究センターが 先端研究施設共用イノベーション創出事業に採択	福山 秀敏 (2007-2016)
2007.7	社会連携部を設置	
2007.11	第2回総合研究機構フォーラム 「人の生活を支える歯の再生医療と人間動作のエンハンスメント」開催	
2008.6	火災科学研究センターがグローバルCOEプログラムに採択	
2008.10	第3回総合研究機構フォーラム「ものづくりから環境まで—創造的分野横断」開催 「現状と課題」初刊	
2009.7	火災科学研究センターが理系の私学で初の共同利用・共同研究拠点として認定	
2009.8	News Letter 「RIST」初刊	
2010～		
2010.4	「領域」の導入 火災科学研究センターグローバルCOEプログラムにより国際火災科学研究科を新設	
2013.4	経済産業省「イノベーション拠点立地支援事業」により、光触媒国際研究センターを設置	
2014.4	研究戦略 産学連携センター (URAセンター) 設置	
2014.5.29	「総合研究棟」オープニングセレモニー開催	
2015.4	研究推進機構 総合研究院へ改組 光触媒研究センターが共同利用・共同研究拠点に認定	
2015.11	第10回総合研究院フォーラム「Only at TUSを目指して」開催	
2016.4	総合研究院に研究懇談会を設置	浅島 誠 (2016-2018)
2016.11	文部科学省「平成28年度私立大学ブランディング事業」の採択を受け ウォーターフロンティアサイエンス&テクノロジー研究センターが発足	
2017.6	花王生活科学寄附研究部門を設置	
2018.12	第1回総合研究院アカデミー開催	高柳 英明 (2018-現在)
2019.10現在	7研究センター 21研究部門 2共同利用・共同研究拠点	

総合研究院組織図



交通アクセス



【野田キャンパス】

アクセス

東武野田線 (アーバンパークライン)

「蓮河駅」下車

徒歩5分

秋葉原駅から

つくばエクスプレス…流山おおたかの森駅乗換え→東武野田線 (アーバンパークライン) 蓮河駅まで [約38分]

東京駅から

JR山手線…秋葉原駅乗換え→(つくばエクスプレス) 流山おおたかの森駅乗換え→東武野田線 (アーバンパークライン) 蓮河駅まで [約41分]

JR山手線…上野駅乗換え→(JR常磐線快速) 柏駅乗換え→東武野田線 (アーバンパークライン) 蓮河駅まで [約49分]

上野駅から

JR常磐線快速…柏駅乗換え→東武野田線 (アーバンパークライン) 蓮河駅まで [約43分]

千葉駅から

JR総武線…船橋駅乗換え→東武野田線 (アーバンパークライン) 蓮河駅まで [約60分]

大宮駅から

東武野田線 (アーバンパークライン) …蓮河駅まで [約60分]



東京理科大学 野田統括部 野田研究推進課

■ 野田キャンパス 千葉県野田市山崎2641
[TEL] 04-7122-9151 [FAX] 04-7123-9763 [URL] <https://rist.tus.ac.jp/>

■ 神楽坂キャンパス 東京都新宿区神楽坂1-3

■ 葛飾キャンパス 東京都葛飾区新宿6-3-1



お問合せ先

■ 総合研究院に関すること

野田統括部 野田研究推進課
[TEL] 04-7122-9151 [FAX] 04-7123-9763
[URL] <https://rist.tus.ac.jp/>

■ 産学連携に関すること

研究戦略・産学連携センター
[TEL] 03-5228-7440 [FAX] 03-5228-7441
[URL] <https://www.tus.ac.jp/ura/>



Tokyo University of Science
2019/2020

総合研究院は東京理科大学の社会的な使命を達成するため研究体制を強化し続けます。
RIST creates new directions in science and technology achievable“only at TUS”.