

**RIST TUS**  
Research Institute for Science & Technology

東京理科大学 | 総合研究機構

# Tokyo University of Science 2013

総合研究機構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 was established to strengthen research in the Tokyo University of Science.



# “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。

## 創薬・バイオ

がん医療基盤科学技術研究センター  
戦略的物理製剤学研究基盤センター  
RNA科学総合研究センター  
戦略的環境次世代健康科学  
研究基盤センター  
キラリティー研究センター  
トランスレーショナルリサーチ部門  
創薬フロンティア研究部門  
バイオオルガノメタリクス研究部門  
糖鎖工学プロジェクト  
オーガンテクノロジー  
器官再生工学プロジェクト

## 構造材料・機械・流体・建築

マイクロ・ナノ界面熱流体力学国際研究部門

## 物質・材料

グリーン&セーフティ研究センター  
光触媒国際研究センター  
先端デバイス研究部門  
太陽光発電研究部門  
エコシステム研究部門  
ナノカーボン研究部門  
未利用熱エネルギー変換研究部門  
界面科学研究部門  
分子連関相乗系研究部門  
三菱化学ナトリウムイオン電池開発プロジェクト

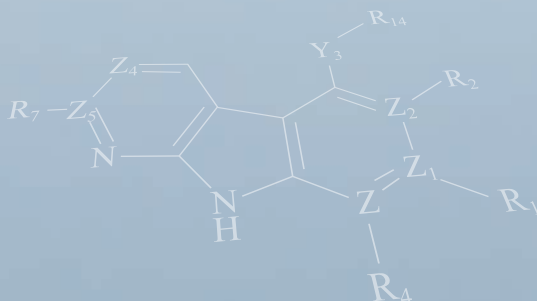
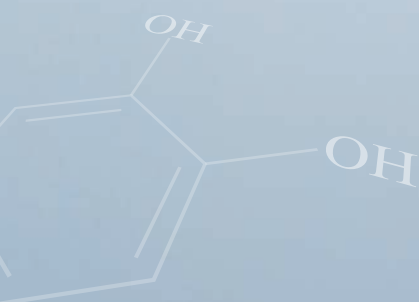
## 環境・情報・社会

火災科学研究センター  
次世代データマイニング研究部門  
山岳大気研究部門  
インテリジェントシステム研究部門  
長万部地域社会研究部門  
先端情報通信研究部門

## 基礎・計測

赤外自由電子レーザー  
研究センター  
先端ホログラフィ技術  
研究開発センター  
量子生命情報研究部門  
イメージングフロンティア  
研究部門

**RIST TUS**  
Research Institute for Science & Technology



## 機構長挨拶

東京理科大学では、2013年4月に、教育研究のより一層の発展を目指して、神楽坂、野田の両キャンパスの中間点に位置する葛飾区に新キャンパスを開設しました。それに伴い、野田キャンパス10号館が「総合研究機構棟」となり、機構全体としての実効性のある有機的連携研究を追求しやすい体制が生まれようとしています。

「教育」はそれぞれの学問分野に固有な文化を基盤とし学部・研究科がそれを推進しますが、「研究」ではそれらの分野を超えた活動が必要とされます。「教育」を縦軸とすれば「研究」は横軸です。総合研究機構は東京理科大学の中でその横軸の役割を担った大変特徴ある可能性豊かな組織です。

総合研究機構は平成17年11月1日、旧総合研究所を改組して設立されました。従来の研究部門を主体とした研究組織に加えて、研究センター群ならびに研究技術部を統合し、本格的な総合研究推進組織の実現を図ったものであります。その後、平成18年1月1日に研究推進室を、平成19年7月1日に社会連携部を、平成21年7月1日には共同利用・共同研究推進部を設置し現在に至ります。現在の構成は、研究推進室、10研究センター、18研究部門、3社会連携プロジェクト、および共同利用・共同研究推進部「火災安全科学研究拠点」と研究機器センターです。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。

総合研究機構の具体的な目標は、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及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誕生することが期待されています。



総合研究機構 機構長  
福山 秀敏

# Only in TUS



## INDEX

### 物質・材料

- 06 光触媒国際研究センター
- 07 グリーン&セーフティ研究センター
- 08 先端デバイス研究部門
- 09 太陽光発電研究部門
- 10 エコシステム研究部門
- 11 ナノカーボン研究部門
- 12 未利用熱エネルギー変換研究部門
- 13 界面科学研究部門
- 14 分子連関相乗系研究部門
- 15 三菱化学ナトリウムイオン電池開発プロジェクト

### 構造材料・機械・流体・建築

- 16 マイクロ・ナノ界面熱流体力学国際研究部門

### 創薬・バイオ

- 17 がん医療基盤科学技術研究センター
- 18 戦略的物理製剤学研究基盤センター
- 19 RNA科学総合研究センター
- 20 戦略的環境次世代健康科学研究基盤センター
- 21 キラリティー研究センター
- 22 トランスレーショナルリサーチ部門
- 23 創薬フロンティア研究部門
- 24 バイオオルガノメタリクス研究部門
- 25 糖鎖工学プロジェクト
- 26 オーガテクノロジーズ器官再生工学プロジェクト

### 環境・情報・社会

- 27 火災科学研究センター
- 28 次世代データマイニング研究部門
- 29 山岳大気研究部門
- 30 インテリジェントシステム研究部門
- 31 長万部地域社会研究部門
- 32 先端情報通信研究部門

### 基礎・計測

- 33 赤外自由電子レーザー研究センター
- 34 先端ホログラフィ技術研究開発センター
- 35 量子生命情報研究部門
- 36 イメージングフロンティア研究部門



# Tokyo University of Science 2013

## 研究センター・研究部門紹介



### 共同利用・共同研究推進部

37 火災安全科学研究拠点

### 研究技術部

38 研究機器センター

### Focus

40 光科学研究懇談会

41 ヒト疾患モデル研究センター

### 総合研究機構沿革・総合研究機構組織図

42 総合研究機構沿革

43 総合研究機構組織図  
交通アクセス

# 光触媒国際研究センター

[pirc@rs.tus.ac.jp](mailto:pirc@rs.tus.ac.jp)

センター長 学長

藤嶋 昭 | Akira Fujishima

## 設立の経緯

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消し、平成25年4月にスタートしました。

## センターの目的

光触媒は日本発の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」があります。酸化チタンに太陽光などの光が当たると、「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」効果は防曇、防汚(セルフクリーニング効果)などに有効です。さらに、まだ実用化まで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酸素、酸素への完全分解は人工光合成の可能性の観点からも、長年活発な研究開発が続けられています。

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)に関する国際協調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、そして、光触媒反応発見以来の重要な課題ともいえる、実用的な量の酸素を生成できるような光触媒水分解システムの構築、さらに、可視光応答型光触媒の性能評価試験方法に関する国際レベルでの標準化などがあげられます。

光触媒国際研究センターでは、それらの課題を踏まえ、これまでの実績を基に、産学官の協同による実証研究によって光触媒を総合システムとして開発していきます。これによって、光触媒研究がさらに発展し、実用的な環境浄化・エネルギーに関わる総合システムの構築を目指します。

## センターの特色

本センターは、最先端の研究を遂行するばかりでなく、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。本センターの特徴は、国内外からの若手研究者を参加させることにより、人材育成と国際交流を計るところにもあります。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ところにも特徴があります。このように、光触媒研究を総括的に進めていきます。本プロジェクトで得られる成果は、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を打ち出せ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。

## 研究内容

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

## 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、植物工場などへの応用を考え、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、光触媒のメッカとなるよう、世界規模での拠点を目指します。

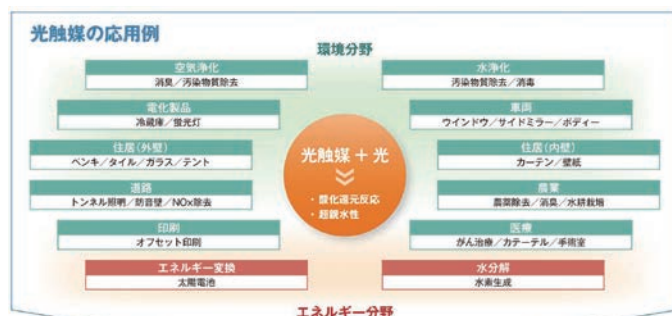


図1 光触媒の応用例と光触媒が活躍する未来社会像



図2 センター内に設置の植物工場



藤嶋 昭

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。本センターがメッカとなって、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。



# グリーン&セーフティ 研究センター

inakai@rs.kagu.tus.ac.jp

センター長 理学部第一部応用化学科 教授

中井 泉 | Izumi Nakai

## 設立の経緯

現代社会は高度科学技術社会にあって、物質的には豊かであるが、原子力発電に象徴される市民の安全を軽視した効率優先の科学技術が幅をきかせている。また、性能と価格優先でさまざまな商品が作られ、発火事故をおこす電池、有毒なカドミウムを含むプラスチックなど安全面で問題のある工業製品、食品添加物が多用されている加工食品や安全性の不確かな輸入食品、産地偽装食品などが身の回りにあふれ、一般市民はこれらの商品の安全性を信じての購入を余儀なくされている。また、マイナスイオンのような科学的根拠に欠ける商品や、毎年流行するウイルス性の病気、遺伝子組み換え食品などについての一般の理解は進んでいない。そこで、現代社会の抱えるこれらの問題の解決に総合的に取り組む研究拠点として、文部科学省から認定を受け、「グリーン&セーフティ研究センター(GS研と略)」が東京理科大学に2010年度に設立された。

## センターの目的

当センターは、人と物との接点にフォーカスして、人にやさしい先端材料、人に安心を与える計測技術の開発を推進する研究拠点を本学につくすることを第一の目的とする。また同時に、先端材料・技術に内在する有用性と危険性を明らかにし、一般市民に正しく原理とその問題点を伝え、科学技術社会を享受できる知的社会基盤の形成を支援する啓発活動の拠点となることもめざしている。

## 研究体制と研究内容

GS研は、「人と環境にやさしい先進的材料の開発」や「安全安心のための計測技術の開発」を行うメンバーと「人と科学技術のコミュニケーションの拡大」を担当するメンバーから構成されている。メンバーは、これら3つのテーマグループのいずれかに属して研究を推進する。その時、図1に示すように承認TLO、生涯学習センター等の学内の他組織とも有機的に相互連携して研究を進める。

研究対象としては、本学で先端的研究者を擁し、かつ安全安心の点で最近大きな問題となっているリチウムイオン2次電池に代表される「電池」、普及のめざましい発光ダイオードなどの「光」技術、市民の関心事である「食と健康」の3分野をターゲットとした。そして、図2に示すように3分野でそれぞれ研究フォーラムを組織し、上記3つのアプローチにより研究を推進する。図2には、研究対象を説明するキーワードも示した。各メンバーは3つのフォーラムに、専門と興味に応じて参加し研究を推進する。たとえば《食と健康フォーラム》では微量元素や同位体比に着目した物質の起源分析技術を開発し、食品の産地偽装を解明する研究、有害重金属イオンの新規定量法・除去法の開発や人にやさしい安全安心な化粧品原料の開発等を行う。《電池フォーラム》ではグリーンエネルギーの安全安心な利用を図るため、リチウムイオン2次電池、燃料電池、太陽電池に着目し、資源的制約と環境負荷が少ない安全な電池材料を開発する。《光フォーラム》では赤色LEDに利用できる窒化物半導体を開発し、電球に代わる3原色LEDで構成された人に優しい新光源を開発し、CO<sub>2</sub>エネルギー削減に寄与する。また、安全安心のための太陽光利用技術や新規光計測技術を開発する。

人材育成を第一の使命とする大学が、性能第一ではなく人の安全・安心を考えた大学にふさわしい材料・技術の開発を行う点が本プロジェクトの特徴であり、大学における物質科学研究の新しいあり方を東京理科大学から発信したい。本拠点では「大学の社会的貢献」を重視し、食品の産地偽装や遺伝子組み換え食品などに見られる一般市民の不安をなくし、安全安心な社会づくりに貢献する市民のための科学・技術開発を推

## 研究内容

安全なリチウム2次電池、人に優しいLED、産地偽装を見破る分析技術などの開発を行う

## 目的

市民生活と関わり深い「電池、光、食と健康」の3分野において、人に優しい先端材料、人に安心を与える計測技術の開発を推進する研究拠点を本学につくすることを目的とする。また同時に、「国民との科学・技術対話」の推進拠点となることをめざす

## 今後の展開

社会との接点を考えながら、本学で高い研究ポテンシャルを持つ「電池」、「光」、「食と健康」に関する研究を鋭意推進し、安全安心な社会をつくるために貢献する

進する。そして本拠点で開発対象とする先端科学技術を広く中高生一般の方々にわかりやすい形で伝えたい。このようなアプローチは、内閣府から2010年6月に提示・奨励された「研究活動の内容や成果を社会・国民に対して分かりやすく説明する《国民との科学・技術対話》の推進」とも、合致する取り組みということができる。

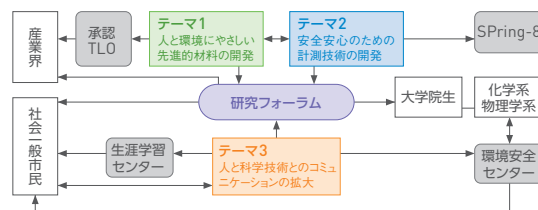


図1 テーマグループと相互連携関係

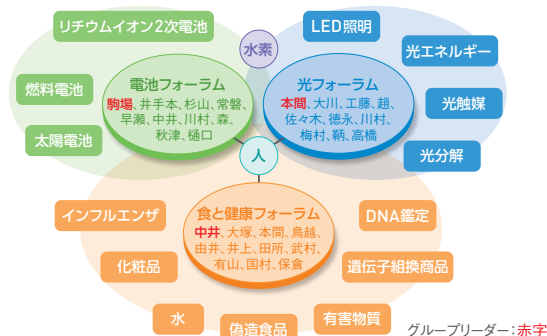


図2 3つのフォーラムのターゲットと参加メンバー

表1 グリーン&amp;セーフティ研究センターの構成

| 食と健康グループ |                                          |
|----------|------------------------------------------|
| ◆中井 泉    | 物質史の解読による食品の産地推定と科学捜査への応用                |
| 田所 誠     | 人にやさしい生体分子関連水の研究と水を用いた安全安心分子性材料の開発       |
| 鳥越 秀峰    | 安全な環境と食のための重金属イオンの濃度定量法及び除去法とDNA配列解析法の開発 |
| 大塚 英典    | 生体適合性表面の創出とその生活科学への応用                    |
| 井上 正之    | 人と自然にやさしい化学実験教材の開発                       |
| 武村 政春    | 食と健康の安心・安全を目指す生命科学コミュニケーションの研究           |
| 由井 宏治    | 安全な食品・医療・環境の実現を目指す水中プラズマ技術と分析化学          |
| 有山 薫     | 科学分析による食品の産地判別法の開発と認証システムの構築             |
| 国村 伸祐    | 微弱X線を用いた食品中の微量元素分析法の開発に関する検討             |
| 保倉 明子    | 放射線X線分析による植物の重金属蓄積機構の解明                  |
| 電池グループ   |                                          |
| ○駒場 慎一   | 環境調和型蓄エネルギーデバイスの研究                       |
| 井手本 康    | リチウムイオン電池用電極材料における安全性の指針探索および開発          |
| 森 俊介     | 環境問題、食とエネルギーの安全保障など社会的要請に対する技術開発貢献の評価    |
| 早瀬 仁則    | 水素循環社会に向けた超小型燃料電池の開発                     |
| 常盤 和靖    | 高圧合成法を用いた新規高容量リチウムイオン電池材料の開発             |
| 杉山 睦     | 次世代太陽電池のための安全安心な新材料開発                    |
| 秋津 睦城    | 電池材料の基礎となる複合金属化合物の創製と評価                  |
| 樋口 透     | 中高温型固体酸化物燃料電池の新材料開発                      |
| 光グループ    |                                          |
| ○本間 芳和   | カーボンナノ材料の安全評価と機能化                        |
| 工藤 昭彦    | 人の安心と安全を約束する光触媒を使った水素のクリーン製造             |
| 川村 康文    | エネルギー環境問題に対する啓発教育                        |
| 大川 和宏    | 安心な元素で構成される光電相互変換物質の創製                   |
| 趙 新為     | 環境半導体を用いた光触媒効果と環境安全への応用                  |
| 徳永 英司    | 光合成微生物を利用したグリーンエネルギーの発生と計測               |
| 佐々木 健夫   | 光照射によって安全に原料モノマーに変換できる高分子材料の開発           |
| 梅村 和夫    | 一細胞解析によるナノ材料の安全性評価                       |
| 菊 達也     | 新規クロロフィルを用いた安全安心なエネルギー創成                 |
| 高橋 弘史    | 蛍光イメージング技術の安全性と開発                        |

◆センター長 ○：グループ長

オープンキャンパスでのGS研一般公開  
(電子顕微鏡を体験)「平等院蓮」  
緑に包まれた安全な社会を表すGS研のシンボル

## 中井 泉

人を忘れた効率優先の科学技術開発ではなく、人と環境にやさしい先進的材料やエネルギー技術の開発、安全安心のための計測技術の開発など、大学にふさわしい人を中心に置いた市民のための研究を推進するセンターです。そして、人と科学技術とのコミュニケーションの拡大めざして、「国民との科学・技術対話」を積極的に行います。

# 先端デバイス研究部門

ohkawa@rs.kagu.tus.ac.jp

部門長 理学部第一部応用物理学科 教授

大川 和宏 | Kazuhiro Ohkawa

## 研究内容

省エネ／クリーンエネルギー／エネルギーサイクルに寄与するデバイスを研究します

## 目的

地球温暖化をエネルギーの面から考え、エネルギーの省力化・クリーン化・リサイクル化に寄与するデバイス開発で社会貢献を目指します。デバイス分野における科学技術的進展と人材育成を目的とします

## 今後の展開

研究室間の連携によって高い技術力を発揮します。社会の持続的繁栄を目指し、光デバイス、電子デバイス、太陽電池の分野でチーム研究をスタートしました

## 豊かな生活のために大学ができること

大震災で今まで築き上げた社会が崩壊し、サプライチェーンの再構築と節電が産業界に重くのしかかっています。しかしこれらの苦難を乗り越えた先には、世界的に強力なサプライチェーンの構築と世界一の節電技術が生まれているはずで、東京理科大学においても、こうした省エネをテーマとしたエネルギー研究や材料の研究は早くから、そして数多く行われてきました。「技術革新は新しい材料・デバイスの発見から」といわれるとおり、デバイスの研究は、各種の領域の技術シーンを一変するインパクトをもつケースが少なくなく、きわめて重要な役割をもつ研究分野であることはいうまでもありません。クリーンエネルギーや省エネルギーなどの研究や、それに関する材料・デバイス、それらの製造装置の開発は重要な研究テーマとなっています。

「先端デバイス研究部門 (Advanced Device Laboratories:ADL)」は、デバイスを軸とした関連研究者の相互連携拠点組織であり、基礎研究はもとより、産業界との共同研究、受託研究または技術指導などの活動を強化し、先端デバイスの研究活動を行っています。従来ひとつの研究室だけでは解決が難しかったような研究テーマであっても、研究室間が有機的に結合することにより、各研究室の機器を融通し合い、高い技術力を発揮できれば、成果ある研究・新展開に繋がられるケースが多く生まれると考えます。さらに産学連携が加われば、問題解決へのスピードは加速されるはずです。

以上のように、新デバイスの実現を通じて科学技術の社会還元に寄与したいと考えています。有効な連携活動は学内だけでなく産業界に広げ、エネルギー問題解決に向けた活動を行います。また、このような研究活動を学生らと共に行うことによって、将来を担う人材の育成をしていきます。

## 21世紀の未来を拓く、革新的先端デバイスの創製を産業界とともに

(産学連携研究事例)

これまで、研究・実用化されてきた「熱電変換素子」は、有害物質を含むものが主流でした。将来的に広く使用されることを考えたとき、原料、素子構成材料、中間生成物、製品のいずれにおいても環境負荷が低いことが大切です。生体にとって無害である環境低負荷半導体材料で構成される排熱－電気エネルギー変換素子の実現が重要となっていきます。

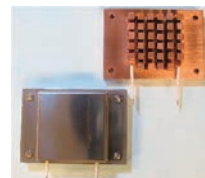
高温の排熱から、電気を取り出す熱電変換材料は、使われる温度域が約500℃という過酷な環境で、しかも環境負荷を考慮した材料でデバイスを作製する必要があります。従来より用いられている材料で考えると、鉛・テルル(Pb-Te)系で排熱発電デバイスの実用は十分可能ですが、不用意に廃棄されると公害問題になりかねませんので、環境への負荷が軽微であるMg<sub>2</sub>Siの位置づけは重要です。



### 大川 和宏

新たなデバイスには、生活を豊かにする新機能だけでなく、人類へはもちろんのこと地球への優しさも必要です。社会とのかかわりの中で大学は何ができるのでしょうか？ この答えを探るために、産業界の声に耳を傾けながら、技術立国の一翼を担う研究部門を目指します。

この取り組みは、共同研究によりMg<sub>2</sub>Si原料の開発を終え、現在は、「Mg<sub>2</sub>Si排熱発電素子」のエンジニアリングサンプルを製作中です。



(写真:Mg<sub>2</sub>Si排熱発電素子の性能試験用モジュール発電の様子は、  
<http://www.tus-iidalab.net/Info/Movie-Thermoelectric.html>で公開しています。  
(これらのデータは、共同研究先の承諾を得て公開しています。))

## デバイスの先へ、融和によるデバイス進化 (ADL研究技術の紹介)

「先端デバイス研究部門 ADL」では、世界的に問題解決が叫ばれる地球温暖化をはじめとした環境問題に対応すべく、最先端のデバイス研究・開発を通じて、新エネルギー・クリーンエネルギー・省エネルギーなどの実現に産業界とともに取り組んでいきたいと考えています。また各界から特に高い関心を集める領域特性を活かし、様々な共同研究の推進・新規事業を創出し、人類社会に貢献できる組織体を目指していきます。

| 省エネルギーデバイス | ● 高効率 LED、レーザ<br>● 賢く省エネ 次世代電子デバイス |
|------------|------------------------------------|
|------------|------------------------------------|

- 窒化物半導体を用いた RGB 光デバイス－高効率で省エネを実現
- 希土類添加窒化物半導体で UV から IR の LED
- 次世代高速・高周波デバイスの開発
- 強誘電体分極制御デバイス
- 透明トランジスタ



(写真: 青色LED)

| グリーンエネルギーデバイス | ● 水素製造システム<br>● 燃料電池 |
|---------------|----------------------|
|---------------|----------------------|

- 窒化物光触媒による高効率な水素製造システム
- 燃料電池用固体電解質の開発
- 水素センサー



(写真: 窒素光触媒)

| エネルギーリサイクルデバイス | ● 薄膜太陽電池<br>● 熱電変換素子 |
|----------------|----------------------|
|----------------|----------------------|

- CIGS 系と Sn 系による薄膜太陽電池  
— 脱シリコン時代の主役に
- 太陽熱発電用熱電素子の開発  
— 人と自然に優しい環境低負荷半導体の利用



(写真: 太陽電池素子)



# 太陽光発電研究部門

[h.arakawa@ci.kagu.tus.ac.jp](mailto:h.arakawa@ci.kagu.tus.ac.jp)

部門長 工学部第一部工業化学科 教授

荒川 裕則 | Hironori Arakawa

## 研究内容

安価で高性能な次世代型太陽電池と新規で効率的な太陽光発電システムに関する研究開発

## 目的

太陽光発電を中心とする太陽エネルギー利用技術に関する研究開発を活性化させ、その成果を国内外に発信すること、新しい太陽エネルギー利用技術を開発し、地球温暖化問題の解決に貢献することを目的とする

## 今後の展開

専門分野の異なる研究メンバーの積極的な交流による融合的研究の創製と新型太陽電池や新エネルギープロセスの開発を行う

## 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、エネルギー供給形態を化石エネルギーから太陽エネルギーを中心とする再生可能エネルギーへ大幅にシフトさせることが求められています。中でも太陽光発電技術は、最も期待されており、ここ数年の世界における太陽電池の生産量は飛躍的に伸びています。また、安価で高性能な太陽電池の開発や研究が産業界のみならず大学や公立研究機関においても強く求められています。

このような背景の下、東京理科大学においても太陽光発電関連研究の活性化を図り、国内外にその成果を発信し、地球温暖化問題の解決に貢献することを目的として本研究部門は平成22年4月に設立されました。

## 部門の構成メンバー

本部門は、現在、表1に示す13名で構成されています。6学部5学科2外部機関の化学、電気、物理、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、これらのメンバーが太陽光発電研究を行う際に、異種分野の融合的研究が可能な体制となっております。また、太陽光発電関連研究に興味ある方々の本研究部門への参加を歓迎いたします。

## メンバーの研究分野

太陽電池にはシリコン系太陽電池(単結晶、多結晶、薄膜、アモルファス)、化合物太陽電池(CdTe、CIGS、GaAs、InP等)、有機系太陽電池(色素増感太陽電池、有機薄膜)、酸化銅太陽電池などの多様な太陽電池が実用化あるいは研究開発されていますが、本部門のメンバーが担当する研究分野を表2に示します。太陽電池デバイスを研究するグループと太陽電池を効率的に使用するための太陽光発電システムを研究するグループから成っており、太陽電池グループでは、ナノ結晶シリコン(Si)太陽電池、CIGS太陽電池、SnS太陽電池、色素増感太陽電池、有機薄膜太陽電池とマグネシウム・シリサイド(Mg<sub>2</sub>Si)を用いた太陽熱発電の研究において優れた研究開発を目指します。一方、太陽光発電システムグループでは、未来型太陽光発電システムのひとつである3次元太陽光発電モジュールや太陽電池の宇宙システムへの応用、システムの高信頼性・長寿命化の研究開発において独創的な研究開発を目指します。

## Only oneを目指す融合研究

上述した研究内容のほかに本研究部門ならではのOnly oneの研究にもチャレンジします。その融合研究の計画を表3に示します。この融合研究こそが、他の太陽光発電研究機関には無い、東京理科大学・太陽光発電研究部門の独特の研究であると言えます。太陽光発電研究部門の研究内容を図1に示します。

表1 太陽光発電研究部門の構成メンバー

| 太陽光発電研究部門の組織                 |      |                         |        |                              |
|------------------------------|------|-------------------------|--------|------------------------------|
| 本務となる所属                      | 職名   | 氏名                      | 学位     | 主な研究分野                       |
| (部門長)<br>工学部第一部 工業化学科        | 教授   | 荒川裕則                    | 工学博士   | 色素増感太陽電池<br>Solar Hydrogen製造 |
| 工学部第二部 電気工学科                 | 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          |
| 理学部第二部 物理学科                  | 教授   | 趙新為                     | 工学博士   | 半導体ナノ材料工学・薄膜太陽電池             |
| 基礎工学部材料工学科                   | 教授   | 飯田 努                    | 博士(工学) | 熱電気変換発電・環境低負荷半導体材料工学         |
| 総合研究機構                       | 嘱託教授 | 中田時夫                    | 工学博士   | 半導体材料工学・薄膜太陽電池、CIGS系太陽電池     |
| 諏訪東京理科大学システム<br>工学部電子システム工学科 | 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          |
| 諏訪東京理科大学システム<br>工学部電子システム工学科 | 准教授  | 渡邊康之                    | 博士(工学) | 有機薄膜太陽電池・無機太陽電池              |
| 理工学部 電気電子情報工学科               | 講師   | 杉山 睦                    | 博士(工学) | 半導体材料工学・薄膜太陽電池               |
| 工学部第一部 工業化学科                 | 嘱託助教 | 小澤弘宣                    | 博士(理学) | 色素増感太陽電池                     |
| 総合研究機構                       | 嘱託助教 | 小林大造                    | 博士(工学) | 半導体材料工学・薄膜太陽電池、CIGS系太陽電池     |
| 総合研究機構                       | 嘱託助教 | Zacharie<br>Jehl Li Kao | PhD    | 半導体材料工学・薄膜太陽電池、CIGS系太陽電池     |
| 産総研・太陽光発電<br>工学研究センター        | 客員教授 | 吉田 郵司                   | 博士(工学) | 有機薄膜太陽電池                     |
| (元) 国土交通省気象研究所               | 客員教授 | 小林隆久                    | 理学博士   | 太陽光発電用気象環境                   |

表2 メンバーの研究分野

|           |                                                                                                      |                                                                                                                                                                                                   |
|-----------|------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 太陽電池デバイス  | 趙新為<br>飯田 努<br>中田 時夫<br>杉山 睦<br>小林 大造<br>Zacharie<br>Jehl Li Kao<br>荒川 裕則<br>小澤 弘宣<br>渡邊 康之<br>吉田 郵司 | ナノ結晶-Si太陽電池、ナノ結晶-Si/ZnO接合<br>マグネシウム・シリサイド(Mg <sub>2</sub> Si)太陽熱発電<br>CIGS太陽電池<br>CIGS-SnS太陽電池<br>CIGS太陽電池<br>CIGS太陽電池<br>CIGS太陽電池<br>色素増感太陽電池、Solar Hydrogen<br>色素増感太陽電池<br>有機薄膜太陽電池<br>有機薄膜太陽電池 |
| 太陽光発電システム | 谷内 利明<br>平田 陽一<br>小林 隆久                                                                              | 3次元太陽光発電モジュール<br>太陽電池システムの高信頼性・長寿命化<br>太陽光発電用気象環境                                                                                                                                                 |

表3 部門内における融合研究

- 1) 有機系太陽電池の開発と融合化(荒川・渡邊・吉田・小澤)
- 2) 有機系太陽電池と無機系太陽電池の融合化(趙・中田・杉山・小林・Zacharie・荒川・渡邊・吉田)
- 3) 太陽熱発電と太陽光発電を組み合わせたハイブリッド太陽光発電システムの開発(飯田・杉山・趙・荒川・渡邊)
- 4) 太陽光発電システムの高信頼性・長寿命化を可能とするシステム技術の開発(谷内・平田・小林)

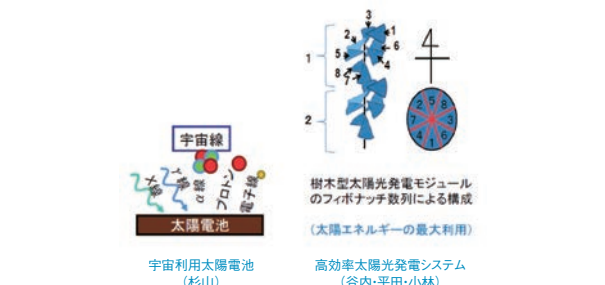


図1 太陽光発電研究部門の研究内容

## 荒川 裕則

研究目的を太陽電池とその利用システムの研究開発に絞った専門的な研究部門です。国内外には数多くの太陽発電に関する研究を行う研究機関やセンターがありますが、規模は小さくても一味違う、特長ある研究部門となることを目指してゆきます。





# エコシステム研究部門

idemoto@rs.noda.tus.ac.jp

部門長 理工学部工業化学科 教授

井手本 康 | Yasushi Idemoto

## 研究内容

環境への負荷の低減に関わる物を包含するエコシステムの構築を先進的に推進、開拓する

## 目的

MOTTAINAIに基づくエコシステム構築の視点から、「省エネ・省資源(使わない)」、「回生・リサイクル(捨てない)」をキーワードとし、新たな環境負荷低減材料・プロセス・システムを提言することを目指す

## 今後の展開

未来に向かって、エネルギーを有効利用する、節約する、代替材料の開発を行うなどがキーとなり、そのために革新的技術開発の方法を提案していく

本研究部門で取り上げる「エコシステム研究分野」は、現在の社会的要請、学術的な関心で必要不可欠です。現在、エネルギー関係の開発も重要である一方で、次世代の全ての生物のために、エネルギーを現状よりも効率よく発生・使用し、さらにCO<sub>2</sub>低減に向かう道筋が必要となっています。すなわち、環境への負荷の低減が重要課題になっています。

このような状況、社会的要請を踏まえて、エコシステム研究部門は、世界の共通語にもなっている「MOTTAINAI」をキーワードに、省エネルギーや環境への負荷低減につながるエコシステムの構築を「省エネ・省資源(使わない)」、「回生・リサイクル(捨てない)」という2つの視点から捉え、開拓しようとしている点に特長を有しています。この2つのキーワードを旗印にグループを編成、各グループで中心的な課題を設定し、これを具現化していきます。各グループでは研究テーマ、段階に応じて、材料創製(合成)、デバイス化(応用)、評価・システムのサブグループに分けて研究を推進します。サブグループは目的達成のために相互に協力することにより、単に従来の方法論によるアプローチを行うのではなく多次元的アプローチによる先導的かつ効果的な研究を実現します。また、グループ相互に共通の方法論を共有し協同的に研究を進めることにより、開発技術の新しいアウトプットを開拓します。このように目的を共通とする研究グループと方法論を共通とするサブグループをプロジェクトの縦系と横系として相互に密に連携することにより革新的なアプローチが可能となります。さらに、各グループ、サブグループのリーダー、アドバイザーからなる総合検討グループを設けて、グループ、サブグループの縦横の継続的な連携および定期的な相互評価を図り、アドバイザーによる異分野、外部機関からの助言や新しい方法論の導入を図ることでシナジー効果により研究を活性化し、最終的には新たな環境負荷低減材料・プロセス・システムの創出を目指します。

本研究部門では、2グループに大別し、個々のメンバーの専門領域に応じて、研究課題について分担し研究を実施します。(図1)

(1)省エネ・省資源グループ(郡司、有光、湯浅、板垣、庄野、坂井、松本、井手本、森、田中、塚田、近藤、相川、四反田、池田、北村、石田) 代替エネルギー、代替資源、新規機能性材料の活用による省エネ型材料・システム(燃料電池・光エネルギー利用システム等)の開発と実用化を目指します。

(2)回生・リサイクルグループ(酒井(秀)、藤本、井手本、野島、佐々木、武田、堂脇、永田、酒井(健)、山口、北村、石田、竹中) 余剰エネルギーの新たな活用を中心課題とし、テーマの実用化、具現化を図ります。

各グループのテーマの概要および連携を図2、図3に示します。

これらのテーマ、連携の例は以下の通りです。

(1)省エネ・省資源グループ「デバイス化」サブグループでの「白金代替電極触媒を用いた燃料電池デバイスの開発」のテーマにおいては、「材料創製」グループで開発された固体電解質膜を利用し、「評価・システム」サブグループで開発する電気化学システムによりデバイス評価を行っていく。また、(2)回生・リサイクルグループ

「デバイス化」サブグループの「圧電MEMSを利用した小型発電デバイスの開発」のテーマでは、「材料創製」サブグループで開発された高性能非鉛圧電材料を用い、また「評価・システム」サブグループで検討される集束イオンビームを用いた新しい深さ方向分析法を用いた評価を行っていく。さらに、(2)回生・リサイクルグループ「デバイス化」サブグループの「光駆動デバイスの開発」では、(1)省エネ・省資源グループ「材料創製サブグループ」で開発された代替還元触媒を用いてプロンプ分子を合成する等、サブグループ内、サブグループ間の有機的連携も推進していく。

本研究部門の研究は、この先の未来に向かっていくものであり、エネルギーを有効利用する、節約する、代替材料の開発を行うなどがキーとなり、そのために革新的技術開発の方法を提案することを目指しています。



図1 エコシステム部門組織図

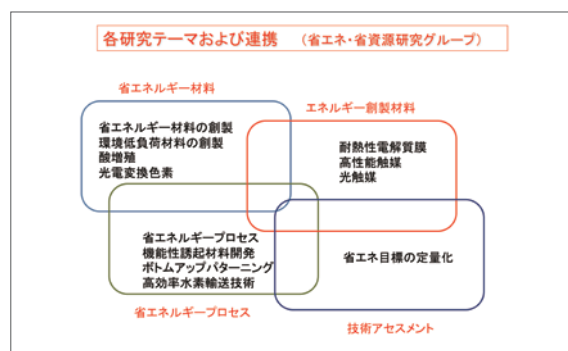


図2 省エネルギー・省資源研究グループの概要

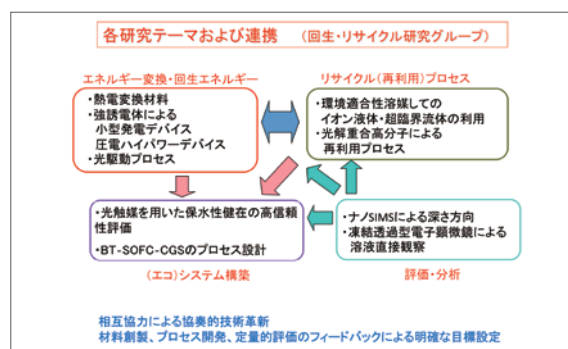


図3 回生・リサイクル研究グループの概要



## 井手本 康

2010年4月に設立した部門です。化学、物理、電気、建築、経営に係わる先生方で構成されており、物質の創製、応用、評価手法などについて取り組んでいます。新機軸で「エコシステム」を切り口に、包括的にかつ境界領域を含めた分野融合的な研究を連携しながら進めていき社会的要請に応えるものを目指しています。

# ナノカーボン研究部門

homma@rs.tus.ac.jp

部門長 理学部第一部物理学科 教授

本間 芳和 | Yoshikazu Homma

## 研究内容

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

## 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生体分子との相互作用を利用した物質科学の構築を目指します

## 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

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。

### 【ナノチューブと生体分子との相互作用】

- 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。

### 【ナノカーボンの形成制御】

- 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。



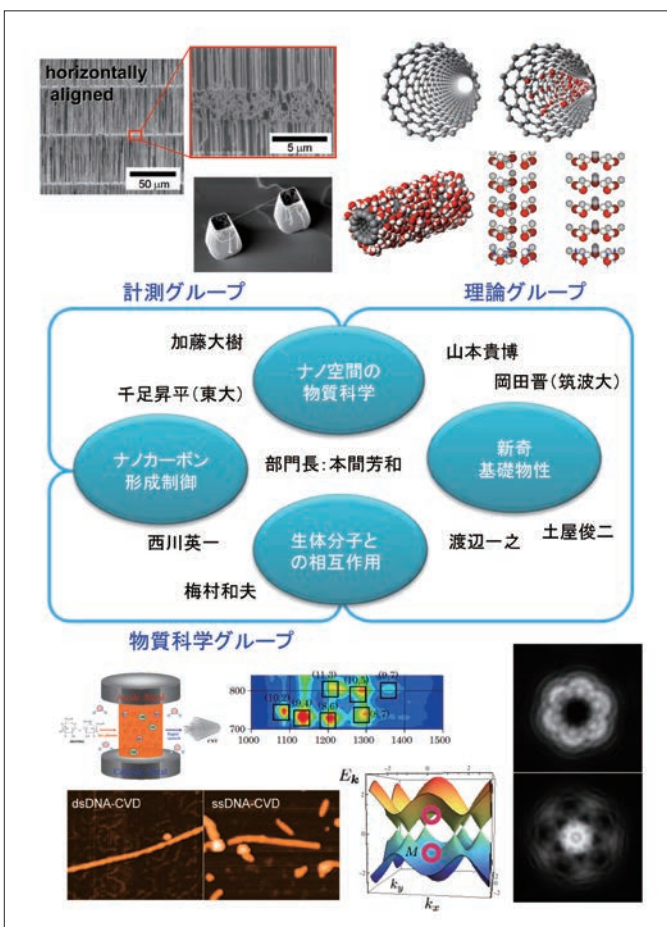
本間 芳和

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。その中においても、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。

- 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な検討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作製方法を開発します。

### 【新奇物性の理論的研究】

- ナノカーボンがレーザーや強電界に晒されたときの電子・原子系の応答を理論的に理解する目的で、第一原理電子論の手法あるいは半古典論の手法による数値解析を行います。これにより、実験的に報告されている電界電子放射、レーザー駆動電界電子放射、レーザー刺激コヒーレントフォノン生成・プラズマ振動励起現象の理論検証と機構解明を目指します。
- ナノカーボン物質の電子輸送特性を、シミュレーション技術を駆使して解析し、ナノチューブ・グラフェンと高速電子との相互作用の解明を目指します。
- ナノチューブ、グラフェンの超伝導状態について理論的な解析を行い、その基礎物性を明らかにします。
- ナノチューブ複合構造体の基底状態における電子状態の解明と、励起状態が関わる諸現象の解明を行います。





# 未利用熱エネルギー変換研究部門

k-nishio@rs.noda.tus.ac.jp

部門長 基礎工学部 材料工学科 教授

西尾 圭史 | Keishi Nishio

## 研究内容

熱—電気直接変換技術によるエネルギー利用効率向上に向けた排熱再資源化

## 目的

地球温暖化への迅速な対応として300～600℃の排熱を利用付加価値の高い電気エネルギーに変換する環境低負荷・生体適応型で、かつ10%以上の変換効率が期待される次世代熱電変換材料および発電システムの開発

## 今後の展開

実用向けシリサイド系(Mg-Si、Mn-Si)、Si系、Zintl系および酸化物系環境低負荷型熱電変換材料および発電モジュールの技術開発

地球環境温暖化の主因である温室効果ガス排出の削減には今後積極的に取り組む必要があります。すぐに化石燃料の使用を止めることはできませんが、まずは化石燃料の消費を抑えることが重要です。今後のエネルギー源として太陽光発電や風力のような再利用可能エネルギーの導入は重要ですが、それだけでは十分ではなく、排熱（廃熱）に代表される未利用熱エネルギーの積極利用が求められています。

その点でエネルギーの消費先において、供給されているエネルギーを今以上に高効率に利用する既存エネルギーシステムの改善が必要であり、この取り組みは時として新エネルギーの導入と同様に、あるいはそれ以上に環境負荷を低減させることにつながることがあります。

熱サイクルを使用するシステムでは、カルノーサイクルによる制約や、変換・輸送の損失で全体のエネルギーのおよそ70%は排熱として未利用のまま捨てられています。この熱を回収し再エネルギー化できればよいのですが、こうした排熱は低品質で、環境との温度差が比較的小さく再度熱機関に利用するのは難しくなります。

高効率エネルギー利用においては、エネルギーの最終形態である「排熱（廃熱）」をいかに有効利用するかがエネルギーの利用効率を決定するといっても過言ではありません。現状でも部分的には排熱のエネルギーリユース（コジェネレーション）はなされていますが、十分ではありません。

排熱は重要なエネルギー資源であり、未利用熱を利用価値の高い電気エネルギーに再資源化する排熱—電力変換技術の確立は、エネルギー利用効率の向上による温室効果ガスCO<sub>2</sub>（二酸化炭素）の削減に不可欠な要素技術なのです。未利用熱エネルギーを現代社会で最も使いやすい電気エネルギーに変換する熱—電気変換（発電）は現代社会において重要な位置づけといえます。

高性能な熱—電気（熱電）変換材料の実現には「金属の電気伝導」と「絶縁体の熱伝導」の2つの要素が求められます。金属と絶縁体の両方の性質を併せ持つ材料とは？と考えたら「あり得ないのでは？」と思われるかもしれませんが、実は材料の特殊な結晶構造や半導体材料への不純物導入という手法により、一見矛盾する2つの条件「金属と絶縁体の特性」を共存させられる材料があるのです。

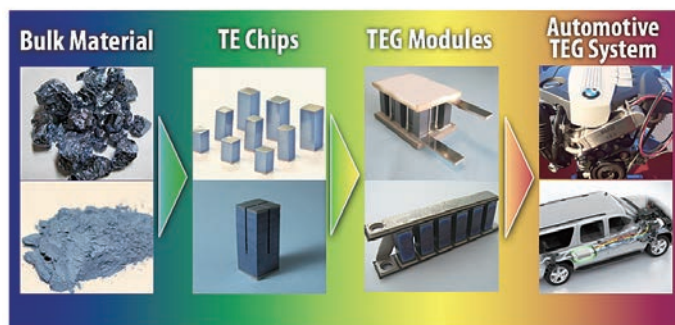
様々なエネルギー熱電変換材料を探索する中で、私たちは、「資源豊富」で「無毒」な熱電変換材料に照準を定めました。いわゆる環境低負荷半導体とよばれる材料です。熱電半導体材料の世界では、従来は性能さえあれば、アンチモン(Sb)、砒素(As)、セレン(Se)、テルル(Te)、カドミウム(Cd)など毒性のある物質を使うことがある程度社会的に許容されていました。しかし、EU委員会による2006年7月からのRoHS (Restriction of Hazardous Substances) 指令と2007年6月からのREACH (Registration, Evaluation, Authorisation of Chemicals) 規則では、有害物質あるいは有害化危惧物質への使用制限が強化されました。従来からの中高温向け主力熱電発電材料の一つである鉛—テルル(Pb—Te)系の発電モジュールは、これまでRoHS指令適用除外の扱いでしたが、EU委員会は2019年1月以降Pb—Te系発電モジュールの使用を禁止しました。有

害物質あるいは有害化危惧物質の使用制限の方向性は今後さらに厳しくなることが予想されます。

排熱発電技術は、化石燃料の使用で大量に排出される「排熱」を現代社会で最も利用しやすい電気エネルギーとして再利用（再資源化）することができ、最終的なエネルギー利用効率を高め、CO<sub>2</sub>を削減できる技術の一つであるため、現在非常に注目されています。

エネルギーの安定供給、地球温暖化への迅速な対応に向けて、エネルギー利用効率の向上が強く望まれている中、化石燃料に依存した現在のエネルギーシステムにおいて、排熱の再資源化はエネルギー利用効率の改善に極めて重要な技術となっています。

現在、300～600℃の排熱を利用付加価値の高い電気エネルギーに変換する環境低負荷・生体適応型で、かつ高い変換効率(10%以上)が期待される次世代環境低負荷型熱電変換材料の開発が行われています。排熱発電の重要な用途として自動車がありますが、欧州では2025年に極めて厳しい自動車向けCO<sub>2</sub>排出規制が導入されます。また、途上国での爆発的な自動車需要の増加は従来エンジンによるものが大多数であり、2030年時点でも生産台数のおよそ90%が燃焼系のエンジンを搭載すると予測されています。こうしたことから、自動車向け排熱再資源化へのニーズは近年極めて大きいものとなりつつあります。



西尾 圭史

化石燃料約70%は排熱として捨てられています。高効率エネルギー利用においては、エネルギーの最終形態である「排熱」をいかに有効利用するかが重要です。私たちは排熱を利用価値の高い「電気エネルギーとして再資源化する」ことで、化石燃料の使用総量を減らし、全体としてのCO<sub>2</sub>排出の削減を目指しています。



# 界面科学研究部門

[kawai@ci.kagu.tus.ac.jp](mailto:kawai@ci.kagu.tus.ac.jp)

部門長 工学部第一部工業化学科 教授

河合 武司 | Takeshi Kawai

## 研究内容

物体表面や界面活性の全般的な研究

## 目的

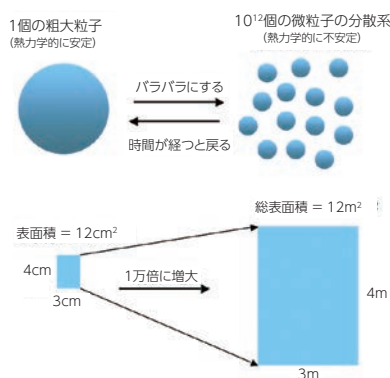
国内的にも国際的にも、界面・コロイド科学における先導的役割を果たす

## 今後の展開

「動的・静的挙動」と「対象の次元性」を意識しながら、異分野間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

物体は表面を持ちます。互いに接する2つの物体の間にも境界面(界面)が存在します(空気と接する物体の場合、物体と空気の界面を単に物体の表面といいます)。界面科学は表面や界面を研究する学問です。

半径1cmの球状の粗大粒子を考えましょう。この粒子をバラバラにして半径1 $\mu$ mの微粒子の集団をつくります。いくつかの微粒子ができるかは、微粒子集団全体の総体積がもとの粗大粒子の体積(4.2cm<sup>3</sup>)と変わらないということから簡単に計算でき、10<sup>12</sup>個できることがわかります(図参照)。ところが、表面積の方は、粗大粒子のときは12cm<sup>2</sup>で3cm×4cmの手のひらサイズですが、バラバラになると総表面積が12m<sup>2</sup>すなわち3m×4mまで1万倍に増大します。このように、微粒子の集団は信じられないくらい大きな総表面積をもっています。これだけ総表面積が大きいと、微粒子(コロイド粒子やナノ粒子)の集団の性質や挙動は、その表面の性質で決まってしまうことになります。

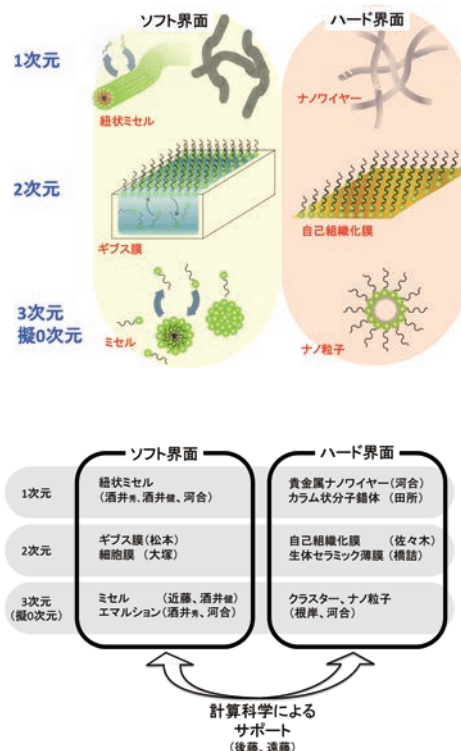


界面科学の守備範囲は広く、界面活性剤、微粒子(コロイド粒子・ナノ粒子)の分散系、マイクロカプセル、ゲル、固体表面、粉体、生体界面、環境コロイドなど、あらゆる分野に関係しています。

界面科学研究部門は、1981年1月に発足しました。初代部門長である目黒謙次郎教授(理学部)の後、近藤保教授(薬学部)、上野實教授(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、2012年から河合武司教授(工学部)が引き継いでいます。この間、2008～2012年度は文科省戦略的研究拠点形成支援事業に「ナノ・バイオ界面技術の創成とその応用」のテーマで申請したプロジェクトが採択され、界面科学研究センターとして活動しました。界面科学研究センターでは、バイオ界面、バイオマテリアル、ナノマテリアル、ナノスペース、界面理論・解析の各グループが界面を機能発現の場として捉え、新規な物性・機能・理論の創出を目指し、多くの界面科学の専門家の他に無機材料・物理化学・表面科学・超分子科学・理論化学を専攻したヘテロ分野の有望なスペシャリストの集団によって研究を推進しました。

新たなメンバーでスタートした本部門では、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組成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るミセルが相当します。一方「ハード界面」は表面構成分子(原子)の入れ替わりがなく(厳密な意味では正しくないが)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が、有機分子錯体が形成するナノポーラス材料もこの範疇に入ります。動的な界面と静的な界面と言い換えることもできますが、両者の研究を次元毎に進め、動的な界面現象の理解を深め、機能性材料開発に活かしたいと考えています。



さらに、ある固体物質と溶液の固-液界面の境界にある水は構造水と呼ばれ、その詳細な性質やクラスターに由来する構造についてはほとんど知られていません。構造水は接した固体表面の親水性や疎水性、あるいは極性や非極性などによって、その性質や構造を劇的に変化させると考えられています。例えば、疎水性の物質界面に接した水分子は、分光学的あるいは熱力学的に界面で強い水素結合構造体(ice berg)を作ることが予想されているが、分子レベルでどのようなクラスター構造をもつのか実験的に解明されていません。これは構造水が界面から数十～数nm以下(数十個程度の水分子層)の限られた薄層から構成されているため、より大きくて複雑な物質界面に邪魔され、分光的手法によっても詳細なクラスター構造を解明することが難しいためです。また、生体適合性のメカニズムについて水の構造が関与していることが報告されているが、その詳細は未解決です。このように、界面近傍に存在する水の重要性は認識されていますが、その挙動などについては明らかになっていないことが多い。そこで本部門では、水に注目した研究を進めている研究者、水を重要な媒体として研究を進めている研究者から組織されていることから、水に焦点を絞った共同研究等を推進し、界面に存在する水の役割・構造などを解明します。

## 河合 武司

物体は表面をもち、物体と物体の間には界面があります。界面科学は、これら「境界の空間」で起こる現象を総括的に体系化する学問の一つで、取扱う研究対象が多岐にわたる学際的な研究領域です。また物質科学でありながら物質のない側面でものを見る科学でもあります。我々の成果が他の分野の発展にも貢献できることを期待しています。

## 分子連関相乗系研究部門

tadokoro@rs.kagu.tus.ac.jp

部門長 理学部第一部化学科 教授

田所 誠 | Makoto Tadokoro

## 研究内容

有機・無機・バイオの錯体分子システムの創製と分子間の構造・物性・機能評価を行う

## 目的

分子連関相乗系研究部門では、合成した錯体分子(有機・無機複合分子素子)を互いに連関させ、単一分子では発現しにくい複雑な機能性を創造し、今までにないシナジー効果を発現させようとするものである

## 今後の展開

分子配列を制御し、分子間相互作用を積極的に活用しようとする科学領域は、これから必要である。特に分子間制御された生体機能や、プロトン・電子移動系、メカニカルなエネルギーへの変換などが今後の展開としてあげられる

## 研究目的

無機・有機複合分子などをターゲットとする研究者は、分子設計を行って新規の機能性を有する目的分子を合成する研究を行っている。例えば「人工タンパク質」「分子機械」「分子超伝導体」「マルチフェロイクス分子結晶」「光子触媒」「グラツェル太陽電池」「有機薄膜FET」など、次々と天然には存在しない有用な新しい分子システムを構築している。さらに、このような分子設計・分子合成による機能性分子の開発が急ピッチで行われているのに加えて、最近では機能性分子同士を結びつけた「分子連関系」を開発する動きが現れている。機能性分子同士を結びつけた分子連関相乗システムは、既存の機能をたし合わせただけでなく、相乗的なシナジー効果が現れるのが特徴である。分子連関相乗系研究部門では、メンバー同士が合成した分子を互いにいくつか連関させ、単一分子では発現しにくい複雑な機能性を創造し、今までにないシナジー効果を発現させようとするものである。このような分子システムを構築する場合、現在の科学レベルではほとんどの分子が合成可能であるが、その分子間相互作用を利用するために分子の配列制御が非常に重要な課題となる。そのため、結晶構造制御、表面配列の制御、分子配列の制御、分子構造の制御を含む研究者が一堂に集まっていることが特徴である。

例えば、機能性分子の連関相乗系を用いた究極の集合体は光合成システムであり、多数の生体分子から作られた薄膜上で個々の分子が、全体の相互作用の一つとして機能すると考えられている。(図1)光合成は太陽光エネルギーの70%をATPなど高エネルギー分子系へ化学エネルギーとして変換することが可能である。このような連関系ではいくつもの役割を担う分子が膜上で相互作用し、目的とする機能性を達成しているのである。

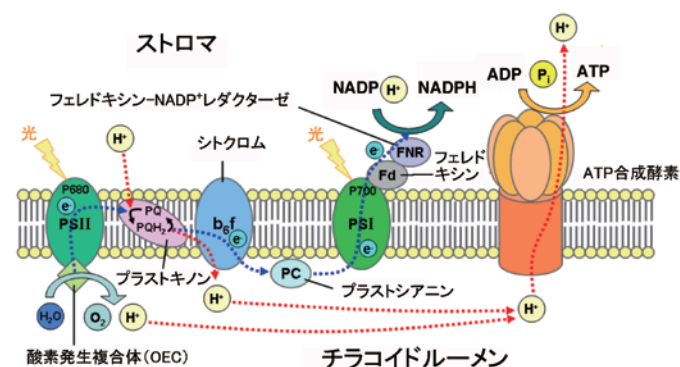
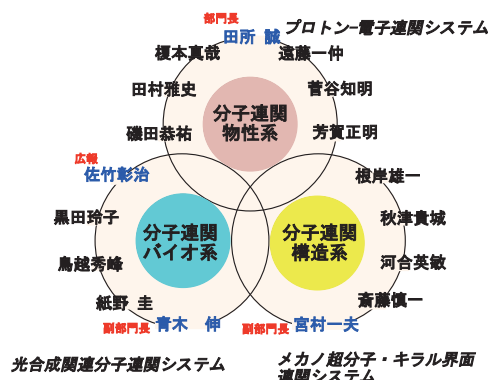


図1 光合成生体システム

## 3つの分子連関系

本研究部門では、まず個々の機能性分子を開発することを目的とする。さらに、互いに分子同士を超分子や結晶学的に連関させ、(STMの顕微鏡下でも)新規の機能をもつ分子系へと発展させ、そのシナジー効果を発現させる。そのために、3つの研究系に分類した。この3つの分子連関系は、互いに分子を構築し、高度に制御された系で分子間相互作用を発現させることを目指している。



1. 分子連関物性系: 光・磁性や伝導性など固体物性を中心とした活動を行っていく。合成は分子・イオンを自由度とする電子系の制御を行う研究系である。特に「プロトン・電子連関分子系」の合成・構築には力を入れて行っていく。
2. 分子連関構造系: メカノ超分子として「インターロック化合物」、新規構造をもつ金属クラスター、あるいは界面構造や結晶のキラリティーを研究していく。超分子的な運動をもつ分子メカノや、構造や数を制限した金クラスター触媒や物性、界面や結晶中のキラリティーを創出する研究系である。
3. 分子連関バイオ系: 光合成などの生体のエネルギー変換をモデルとした分子設計を行う。この系の目標は、光から化学エネルギーへ、あるいは化学エネルギーから力学的エネルギーなど、ボルフィリン錯体や電子移動錯体、発光錯体などバイオ系を念頭に置いた分子のエネルギー変換を目指す。

## 分子連関相乗系設立経緯

ここ数年で東京理科大学の理学部を中心に「錯体化学」(Coordination Chemistry)を専攻する教員が多数在籍するようになった。そのため、東京理科大学内の全学に渡ってそれらの研究者の力(分子設計・合成・測定)を結集することを目指し、平成22年に「東京理科大学錯体超分子化学研究会」を発足した。(2011年1月18日)すなわち、離れている神楽坂と野田キャンパスに属する教員及び学生との交流、共同研究の場を作ろうとする試みを始めた。常識にとらわれずに屈託のない議論や研究を行い、本分野への貢献と国内外へ大きなインパクトを与えることを目的とする。活動資金の申請を平成23年度学長重点経費「共同研究助成」で行い、研究会メンバーで「錯体・超分子を用いる光合成関連化学」を獲得し、蛍光寿命測定装置を購入した。現在もメンバー間で共同研究を行っている。第2回目の会合は、共同研究費に関連して平成22年7月9日に薬学部14号館で行い、「錯体・超分子を用いる光合成関連化学」で本学理学部第二部の佐竹彰治先生の基調講演を行った後、研究会メンバーの発表会を行った。3回目の会合は、界面科学研究センターとの共催で平成23年11月18日にシンポジウム「界面科学と錯体化学～生体関連機能へのアプローチ」を開催し、座長や発表、趣旨説明など主要な役割を担った。さらに、平成24年8月23日には、部門設立に賛同した研究者を集めて部門申請のための「分子連関相乗系研究部門設置準備ミーティング」を行った。

## 田所 誠

分子連関系を目指す研究者は、ほとんどが分子を主体として研究しています。これまでの科学の発展で分子設計・分子合成はできますが、その分子を自在に配列させたり、分子間相互作用を利用することは難しいといわれてきました。しかし、生体分子はこれを実現している唯一の「分子素子」であり、この分子間相互作用を模倣した研究を続けていきたいと考えています。



# 三菱化学ナトリウムイオン電池開発プロジェクト

komaba@rs.kagu.tus.ac.jp

研究代表者 理学部第一部応用化学科 教授

駒場 慎一 | Shinichi Komaba

## 研究内容

ナトリウムイオン蓄電池の実用化を目指し高性能な電池材料の研究開発を行います

## 目的

化石燃料に頼らない、持続可能なエネルギー社会を実現するために、低コストで安全な大型蓄電池が必要とされています。そのような用途に用いるナトリウムイオン蓄電池の実用化を目指した研究開発を行います

## 今後の展開

ナトリウムイオン蓄電池の実現には、高性能電池材料の開発が必要不可欠です。新しい材料探索や電池特性の発現機構の解明を目指します

## プロジェクトリーダーからのコメント

エネルギー問題を解決する革新的な次世代蓄電池の開発が急務となっています。本プロジェクトは、低コストで安全なナトリウムイオン蓄電池の実現を目指し、本学の教員と民間企業が協力して研究する社会連携プロジェクトです。次世代蓄電池の研究開発により、持続可能なエネルギー社会の早期実現を目指します。

## はじめに

化石燃料への依存から脱却し、持続可能なエネルギー社会を実現するために、再生可能エネルギーである自然エネルギーの蓄電技術の確立が期待されています。最近では、次世代電力網“スマートグリッド”による電気エネルギー有効利用だけでなく、震災時の電力遮断をバックアップする非常用蓄電設備にも注目が集まり、蓄電技術の重要性は益々高まっています。ニッケル水素電池、リチウムイオン電池を初めて実用化させた我が国の電池産業が今後も世界をリードするために、蓄電池のさらなる技術革新が求められています。現在、高エネルギー蓄電デバイスとして使用されているリチウムイオン電池は、高いエネルギー密度を有しますが、レアメタルであるリチウムが必須であり、日本はその資源の全てを輸入に頼っています。また、高価なコバルトやニッケルも一部利用されており、銅の使用も避けられません(図1)。そのため、材料コストは必然的に高止まりとなると予想されます。日本は多くの資源を海外から、特にリチウムの場合には南米各国からの輸入に頼っていることから、資源の安定的な確保にも潜在的リスクを抱えることになります。本プロジェクトでは、環境調和性、低コスト、高安全性を満たす究極の元素戦略電池として「ナトリウムイオン蓄電池の実現」を目指します。

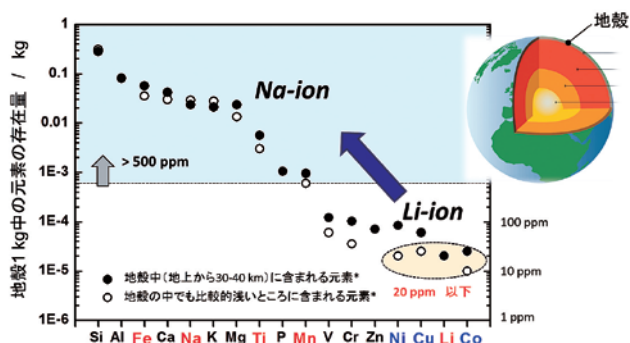


図1 地殻中の各元素の存在量(青字の元素はリチウムイオンで使われている元素、赤字はナトリウムイオンでの活用が期待できる元素を示す)  
データの典拠: \*R.S. Carmichael (Editor), CRC Practical Handbook of Physical Properties of Rocks and Minerals, CRC Press, Boca Raton (1989)  
\*\*S.R. Taylor, S.M. McLennan, The continental crust: Its composition and evolution, Blackwell Sci. Publ., Oxford (1985)

## ナトリウムイオン蓄電池

高エネルギー密度を有するリチウムイオン蓄電池は、携帯電話、カメラ、ノートパソコンを始めとする小型モバイル電子機器の電源として広く普及しています。近年では、高性能化が進みハイブリッド自動車、電気自動車にまで搭載されています。このリチウムイオン蓄電池のキャリアーイオンとなるリチウムをナトリウムに置き換えた電池が「ナトリウムイオン蓄電池」です。周期表で上下に位置するリチウムとナトリウムは化学的性質が非常に似ているため、これまでに確立されたリチウムイオン蓄電池技術を活かすことでナトリウムイオン蓄電池の実現は一見すると簡単のように思えます。しかし、リチウムイオン蓄電池で用いられている材料をナトリウムイオンに置き換えるだけでは優れた特性は得られないところにナトリウムイオン蓄電池実現の難しさがあります。そのため、ナトリウムイオンに適した材料開発がその高性能化の鍵となるといえます。ナトリウムイオン蓄電池の構造と充放電機構の模式図を図2に示します。ナトリウムイオン蓄電池は正極材料／電解液(電解質、溶媒)／負極材料の3つの主材料により構成されています。充電を行うと電解液中をキャリアーイオン、外部回路を電子がそれぞれ同時に正極から負極へ移動します。放電では、キャリアーイオンと電子の移動の向きが逆となります。このようなイオン、電子の移動を伴った酸化還元反応によって充放電反応が進行します。実電池では3つの主材料の他に、正極材料の電子伝導性を向上させるための導電助剤、粉末電極材料を固定する結着剤、電極表面に安定な固体電解質界面(SEI)被膜の生成を促す添加剤などを加えるので、極めて複雑な反応が電池の中で起こります。したがって、ナトリウムイオン蓄電池の実用化を目指した蓄電性能向上には、ナトリウムイオン蓄電池に適した正極材料、負極材料、電解液、添加剤、結着剤、導電助剤など非常に幅広い電池材料を検討する必要があります。

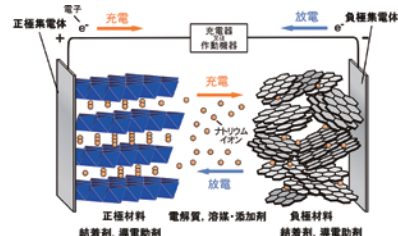


図2 ナトリウムイオン二次電池の構成

## 研究計画・研究体制

本プロジェクトでは、ナトリウムイオン蓄電池の早期実用化を目指して、電池を構成する各種構成要素の材料開発を幅広く行います。具体的には、正極材料には高電圧、高容量型新規材料の開発を行います。また、正極材料は電池の安全性の鍵となる部材であり、安全性と低コストを兼ね備えた正極材料の開発を推進します。また、ナトリウムイオン蓄電池の負極材料として炭素材料が広く研究されていますが、その炭素材料のナトリウムイオン電池に最適な合成条件および構造を明らかにします。同時に高容量かつ高出力な負極材料を並行して開発します。さらに重要な要素といえるのが、新たに開発した電極材料の特性を十分に引き出すための結着剤、電解質、新規添加剤の開発です。このような包括的な研究によって、「環境調和性、安全、コスト」全ての要求を満たすような高性能ナトリウムイオン蓄電池の実用化を目指します。

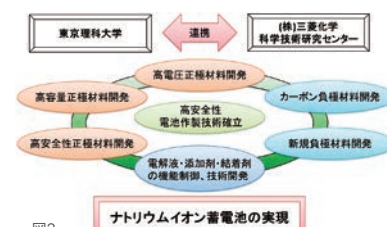


図3



# マイクロ・ナノ界面熱流体力学 国際研究部門

izplus@rs.tus.ac.jp

部門長 理工学部機械工学科 准教授

上野 一郎 | Ichiro Ueno

本研究部門は2012年4月に総合研究機構内に設置された、若手研究者主体の新しい部門です。本研究部門では、地球に優しい低エネルギー消費・低環境汚染を実現するにあたり不可欠な課題となる微小領域における高効率な熱物質輸送技術の確立を大目標に研究・教育活動を行っています。この低エネルギー消費・低環境汚染を実現する技術の例として、燃料電池・電気自動車の普及において重要な課題である超小面積での流体ハンドリング技術あるいは超高熱流束除熱技術、また、試験流体および廃液の量を可能な限り減らす中での化学反応制御、水質などの環境制御といった低エネルギー投入下での液体・固体駆動技術などが挙げられます。これらの技術確立は、震災後の日本のみならず、第3世界における生活レベルの爆発的向上に伴う地球規模の社会的問題の解決にも直結するものです。これらの課題解決に向け、欧米の代表的な研究者とともに有機的な体制のもとで研究・教育を推進していくことが本研究部門の特徴となります。

本部門では、いわゆるマクロ的ダイナミクスでは無視してきた界面近傍のエネルギー状態や表面性状、界面の微視的移動・変形・拡散といった素因子およびその相互作用を導入し、マルチスケール・マルチフェーズにおいて巨視的な現象にまで影響をおよぼす微視的な固液気3相界面熱流体非線形ダイナミクスの確立とその工学的応用を目指していきます。ここで固・液、液・気、気・固各2相間において発現する現象、たとえば凝縮現象や気泡・蒸気泡の発生・消滅、吸着現象など、および固・液・気3相間において発現する現象、たとえば濡れといった現象に注目します。各相および相間で主要な素因子として現象を構成する項目およびそれぞれの素因子に注目して研究を行ってきた分担者の関係を図1に示します。これらの相間現象の中でも特に、(A) マイクロ・ナノ界面の移動・変形を含む界面近傍熱流体場の計測・制御、(B) マイクロ・ナノチャネル内熱対流場と壁面近傍流体構造の解明、および、(C) マイクロ・ナノ界面近傍での物質輸送の解明と制御、といった研究分野における共同研究を展開していきます。

なお、部門活動の開始にあたり、当部門の通称を $i^2$ plusと定めました。今後の活動においてもこの通称を用いて開催していきます。

部門内での研究活動に加え、オープン形で実施する研究発表会( $i^2$ plus Workshop)や講演会( $i^2$ plus Seminar)を年に数回ずつ予定しています。研究発表会では、教員・学生が口頭やポスターで発表し、議論を交わします。特に、普段学生にとって接点のない異分野間交流を活発にするため、学生によるポスター発表を充実する予定です。講演会では、部門海外メンバーを含め、国内外から研究者を招いて実施します。2012年度から2013年7月現在まで、Lunds Universitet (ルンド大学、スウェーデン)、Technische Universität Wien (ウイーン工科大学、オーストリア)、Univ. Florida (フロリダ大学、米国)、Univ. Paris-Sud XI (パリ第11大学、フランス)などから研究者を迎えて実施しました。また、2013年度には、同様の講演会に加え、本部門主催の第1回国際シンポジウム( $i^2$ plus 1<sup>st</sup> International

## ○ 研究内容

微視的な固液気3相界面近傍での熱流体非線形ダイナミクスの理解とその工学的応用

## ○ 目的

地球に優しい低エネルギー消費・低環境汚染技術の実現を大目標とする。そのために不可欠な課題となる微小領域での高効率熱物質輸送技術の確立を、界面熱流体の視点から国際的な有機的研究体制により取り組んでいく

## ○ 今後の展開

研究者間の交流のみならず、日米欧学生間交流を実現して、教員・学生への国際的研究活動環境の提供を具現化しながら研究・教育活動を行っていく

Symposium on Interfacial Thermo-Fluid Dynamics) を4月に開催し、フランス、イスラエル、スウェーデン、アメリカなどから参加された研究者の方々とともに本学大学院生を交えて活発な議論を行いました(図2)。今後も同様の国際シンポジウムを開催し、国際的研究活動を推進していきます。

また、本研究部門では、海外の部門メンバーや研究協力者が所属する大学との学生相互受け入れの実現にも力を入れています。2012年度には、本学の理工学研究科機械工学専攻の大学院生2名がUniv. Floridaの化学工学専攻に、また同じく大学院生1名がUniversité Libre de Bruxelles (ブリュッセル自由大学、ベルギー)の化学物理科/微小重力科学センターに滞在し共同研究を実施しました。2013年度には同じく理工学研究科機械工学専攻の大学院生1名がUniversité Lille 1(リール第1大学、フランス)に滞在を予定しています。さらに、Univ. Floridaの化学工学専攻の若手研究者および大学院生が、本学-理工学研究科機械工学専攻に定期的に滞在し、それぞれ異なる文化に触れながら共同研究を行っています。このように、国際的な研究環境の中で共同研究を実施していくことや、学生に国際的な研究環境を与えることも本研究部門の特色の一つとして挙げられます。

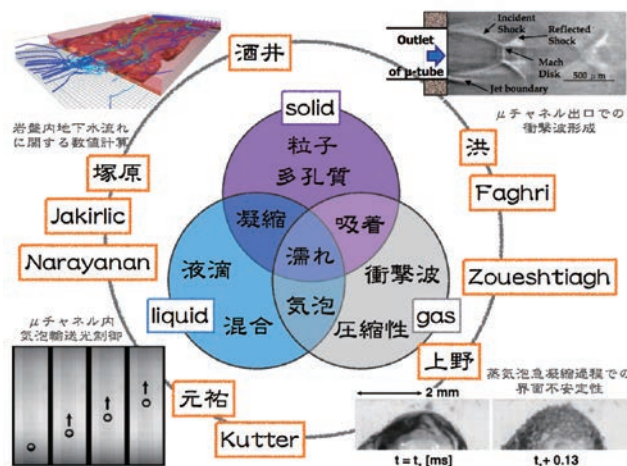


図1 固液気3相相間および相間で主要な素因子として現象を構成する項目と、各相間現象を研究対象としてきた研究者の関係

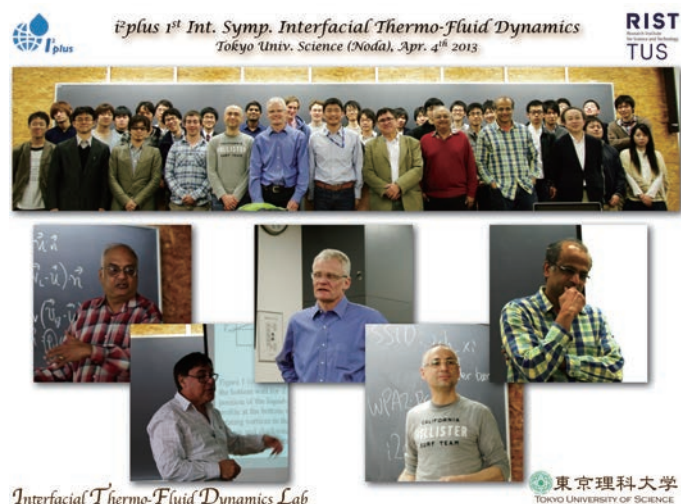


図2  $i^2$ plus第1回国際シンポジウム( $i^2$ plus 1<sup>st</sup> International Symposium on Interfacial Thermo-Fluid Dynamics) (2013年4月4日、東京理科大学野田校舎)の様子



上野 一郎

2012年4月に設置となった若手研究者主体の研究部門です。機械・電気電子・化学・材料の各分野から日米欧の研究者が集まり、学際領域での研究活動を本学を中心に行っていくと同時に、国際的活動を通じてグローバルな視野を持つ学生を育てていきたいと考えています。

# がん医療基盤科学技術 研究センター

rabe@rs.noda.tus.ac.jp (安部)  
shinaoki@rs.noda.tus.ac.jp (青木)

センター長 生命医科学研究所 教授

安部 良 | Ryo Abe

## 設置に至る経緯

5年前のグローバルCOE応募に向けて学部、研究科の枠を越えた有志による話し合いの中から、教員間の研究を通じての交流の場としての「東京理科大学研究者ネットワーク」を立ち上げた。このネットワークは、異分野領域の理解を通じて、個々の研究の拡がりだけでなく、融合領域、新領域の開拓・創成を目指した。また、このメンバーを中心に、がん関連の研究を行っている研究者に呼びかけ、平成19年より国立がん研究センター東病院との連携のもとに、がん総合研究センター研究会を開催してきた。さらに、平成21年からは学生、教職員全員を対象にしたがん専門医と本学の教員のペアによる講演会シリーズ「今さら聞けないがんのはなし」を発足した。この講演会は年6回開催する予定で、すでに3回行われた講演会には毎回、130名をこえる学生、教員、職員が参加している。

このような経緯、実績を踏まえ、さらに実質的な共同研究を通して具体的な成果を上げるために、平成21年度の私立大学戦略的研究基盤形成支援事業に応募し、採択され、がん医療基盤科学技術研究センターとしての実質的な活動開始に至った。

## 本研究センター設立の意義

医療の最先端においては、これまで脇役にすぎなかった医学以外の科学技術、すなわち理学、工学、薬学、生命科学が革新的な医療開拓の鍵となっている。東京理科大学は、理工系総合大学として、多彩多様に細分化した専門分野を高度に発展させてきている。本拠点では、医学、分子生物学、薬学に加え、数学、情報科学、応用生物科学、工業化学、機械工学、材料工学、生物工学の多彩多様な研究分野で活動する研究者が、「がん医療の基盤となる先端科学技術の創成」を旗印に、異分野研究者ネットワーク型プロジェクトワークを実施する。

本拠点のさらなる特長は、距離がわずか3kmと非常に近隣に位置し、日本でも有数のがん専門の医療機関である国立がん研究センター東病院と強力な連携体制を敷いているという点である。国立がん研究センター東病院に併設されている臨床開発センターでは、高度な画像診断法の開発による、画像に基づく過不足のない外科、内科、放射線科的治療法の確立や、がんの臨床的および生物学的特徴の解明による根治的薬物療法の開発に取り組んでおり、本拠点が目指すがん医療のための基盤科学技術の創出への協力拠点として理想的な場である。

このような「ものづくり」と「がん医療」の連携により創出される我が国発の革新的な科学技術をベースとした、治療薬、診断機器、医療機器などの医療技術開発は、我が国の今後の産業の発展の基礎として大きな意味をもつ。



安部 良

このセンターは、ここ数年来、グローバルCOEの応募作業を通じて培った学内の研究者との協力のもとに発足したものです。このセンターの活動を通じて異分野研究者ネットワークをさらに拡げるとともに、研究課題の学内公募等の新たな試みを行い、若手研究者の研究環境の改善にも役立てたいと思っています。

## 研究内容

本学が有する基盤科学技術と臨床現場との連携に基づいた革新的がん医療科学技術の創成

## 目的

「ものづくり」に関わる理工学系の研究の場と、「がんの生命科学」の研究の場、さらに「がん臨床医療」の現場との連携により、がん医療の基盤となる先端科学技術の創出と応用の拠点を形成することを目的とする

## 今後の展開

研究者ネットワーク活動を通じて本学の高度な科学技術のがん医療へ向けての集約を図るとともに、国立がん研究センター東病院との連携体制を確立する

## 研究グループ、チームの構成とプロジェクト

### 可視化・認識工学連携グループ

NIR励起蛍光を示す希土類含有発光ナノ粒子とSPECT/CT用プローブのハイブリッドプローブの作製とマウスのSPECT/CTを用いた、画像情報解析システムの開発を通じて、がんの発生・転移の早期発見が可能な可視化技術創成を目指す。

### 創薬・DDS科学連携グループ

#### ● バイオデバイスチーム

がん細胞の選択的捕捉と回収や、薬剤感受性試験に応用できる細胞整列シリコンデバイスの開発、さらにナノ物質（ナノバブル）調製のために必要な新規な界面活性物の探索を行う。

#### ● 創薬チーム

有機化学・錯体化学・分子集積化学・光化学に立脚する抗がん剤とがん細胞検出（発光、MRI）法の開発、がん細胞の細胞死を誘導するナノDDS、計算科学に基づく新薬剤開発

### 数理情報科学連携グループ

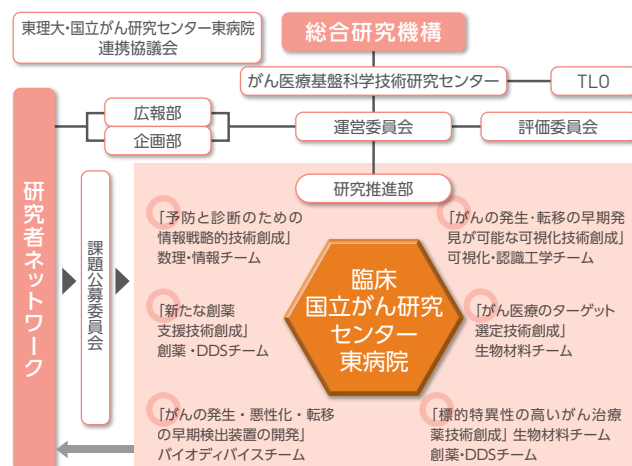
#### ● 数理・情報解析チーム

臨床データに基づいた予後・治療効果判定、再発診断のために時系列的な変化のコンピュータ予測モデルの作成

#### ● 生物材料チーム

HLA-がん拒絶抗原ペプチド複合体を認識する抗体の作製とそれを用いたがんの診断・治療法の開発

## がん医療基盤科学技術創出拠点





# 戦略的物理製剤学 研究基盤センター

ddsj@rs.noda.tus.ac.jp

センター長 薬学部薬学科 教授

牧野 公子 | Kimiko Makino

戦略的物理製剤学研究基盤センターの母体は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の「ハイテクリサーチ・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5年間の事業として採択され、戦略的物理製剤学研究基盤センターが発足しました。理学、工学、薬学の研究者だけでなく、学外から製薬企業や医学の研究者にご参加頂いて、活動しています。また、ブルガリア、カナダ、インド等の研究者との共同研究を推進しています。

## 戦略的物理製剤学研究基盤センタープロジェクト

本プロジェクトでは、主として肺がん、慢性閉塞性肺疾患（COPD）や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）を開発するとともに、IRDDS研究センターで行ってきた結核治療を中心とした慢性難治性感染症のDDS研究をも併せて行います。

すなわち、このプロジェクトでは、

- 経肺吸収製剤を用いた、結核などの慢性難治性感染症克服のためのDDS
- 肺がんやCOPD治療のためのDDS

等、経肺吸収製剤の開発を行います。また、脳腫瘍の治療を目的としたDDSの開発を行います。そのためには、患部への薬物の送達率を高める必要があり、ナノ粒子は有効な薬物担体になりえます。また、肺の疾患に関しては、患部への生体防御系の影響を可能な限り回避するために、病巣部位近辺からの製剤の投与（local injection）を試みています。すなわち、結核などの慢性難治性感染症の治療を効率的に行うために、結核菌が集積している肺胞マクロファージをターゲットにし、抗結核薬含有マイクロDDS製剤を肺胞に直接投与しています。この方法は、生体防御系を構成しているマクロファージの貪食能を活用したものです。一方で、マクロファージの外部に侵出している活性な結核菌に対しては、抗結核薬含有ナノコンポジット微粒子を肺に投与します。同様のコンセプトによって、肺がん治療やCOPD治療を行うことを試みています。また、脳腫瘍治療については、local injectionが不可能であることから、脳腫瘍に集積しやすいナノDDSを開発しています。DDSの開発研究を有効に推進するために、次のことを念頭に入れてDDSの開発研究を行っています。

### 1) 生体システムに学ぶ

生体の仕組みに逆らわないDDSを開発する

### 2) 生体防御系を活用する

### 3) 標的部位近傍から投与する

Local injectionが生体防御系を回避する上で有効である

### 4) 新規DDS担体として生体適合性の高い、生体内分解性高分子を合成する

## DDSとは

DDSは薬物送達システム（Drug Delivery System）の略称です。薬物の効果は体内に投与された薬物が目的とする標的細胞に到達することによって発現します。従来の薬物投与方法では、体内に投与された薬物は標的部位に効率的に到達することが出来ないばかりか、代謝、排泄を受けたり、あるいは他の組織にトラップされたりするので、有効濃度を維持する事が困難です。



### 牧野 公子

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。生体内に投与された薬物分子を分解する生体防御機構を逆に活用し、しかも病巣部近傍から投与するDDSは新しいタイプのDDSになるでしょう。結核、肺がん、慢性閉塞性肺疾患の治療を目的としたDDSや、新しい基剤を開発中です。

## 研究内容

薬物の患部への効率的送達と副作用の軽減を目的としたナノDDSの設計と調製

## 目的

Unmet medical needsに応えるDDSを構築するために、新規薬物担体やナノサイズのDDSを開発する

## 今後の展開

国内だけに留まらず、アジア各地の感染症などに有効なDDSを発展させ、戦略的物理製剤学研究基盤センターの活動を国際的なものにしていきます

このため、薬理活性を示すのに必要な濃度を全身において維持するために、投与量が多くなり、副作用が生じてしまいます。標的性のある製剤を調製すれば、標的部位において薬物濃度が有効濃度に達し、副作用を軽減することができます。“必要な時にだけ、必要な部位にだけ、必要最小限量の薬を到達させる”仕組みがDDSです。薬の空間的、時間的制御放出という事ができます。

## 戦略的物理製剤学研究基盤センターの研究体制

研究を推進するために、図1に示す5つの研究グループを設けるとともに、各研究テーマに関する研究会を組織し、これらの成果を研究統括グループで評価し、研究方略を構築しています。研究グループと研究会は“たて糸”と“よこ糸”の関係にあり、両者の各々の機能がうまくかみ合っていくことによって、研究が発展するものと考えています。

## シンポジウムの開催

これまで、10回のDDS研究センターシンポジウムを開催してまいりましたが、幸いなことに大きな関心もたれ、毎回200名程度の参加者を得ています。本年度は、2013年12月16日に「第4回東京理科大学総合研究機構戦略的物理製剤学研究基盤センターシンポジウム、第11回東京理科大学薬学部DDS研究センターシンポジウム」を開催いたします。

また、2013年10月には、「Inhaled Therapies for TB: Tokyo Meeting」を森戸記念館にて開催いたします。招待講演者として、インド、南アフリカ、アメリカ、ヨーロッパから多くの研究者が参加することとなっております。

(URL→<https://sites.google.com/site/tokyomeetinginhaledtbtherapies/home>)

## 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。昨年度（2012年10月29日、30日）には、第4回インド-日本国際シンポジウムを開催いたしました（図2）。2012年は、日本とインドの国交樹立60周年という記念の年であり、当シンポジウムはその公式行事として認められたため、当日はインド大使館からご出席をいただき、大変盛会となりました。2014年度には第5回目となる開催を予定しており、インド-日本の学術交流の一環となっております。この活動はアジア各地に根付き、大きく発展しつつあります。

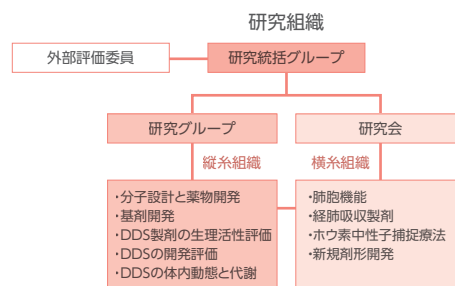


図1 戦略的物理製剤学研究基盤センターの組織



図2 第4回インド-日本国際シンポジウム集合写真



# RNA科学 総合研究センター

shimadah@rs.noda.tus.ac.jp

センター長 基礎工学部生物工学科 教授

島田 浩章 | Hiroaki Shimada

## 研究内容

機能性RNAを総合的に解析し、生命現象の秩序的制御メカニズムを具象化する

## 目的

RNAを中心とした生命の秩序的制御メカニズムの総合的解析を実施する。さらに、新たな視点で生命現象を多面的に解析し、従来の学問的枠組みにとらわれない学際型研究拠点の形成を目指す

## 今後の展開

新たな視点で機能性RNAの未知な機能を明らかにし、この知見をもとに、新規な医薬品開発やバイオマス生産性増強などの新技術の開発へ展開する

## 設立の経緯

ゲノムプロジェクトが一段落した結果、高等生物にはゲノム情報だけではわからない複雑な機能制御システムが存在することが明らかになってきました。これらには遺伝情報の転写レベルや翻訳レベルの制御だけではなく、ゲノムの修飾によるエピジェネティックな機能制御や翻訳後の制御などが含まれており、様々な場面で機能性RNAが登場することが明らかになっています。このことはRNAが生命現象の制御に大きな役割を果たしていることを示唆しています。また、生命機能の維持には細胞間の相互作用が重要な役割を果たしていることが明らかであり、これを担う機能分子の研究も重要です。

この研究センターでは、文部科学省私立大学戦略的研究基盤形成支援事業により、平成22年度から「RNAを中心とした生命の秩序的制御メカニズムの総合的解析」に関わるプロジェクトを5年計画で実施しています。本研究センターは、従来の研究の枠組みにとらわれず、新たな視点で、生命現象を多面的に解析したいと考えています。これにより、従来の学問的枠組みにとらわれない学際型研究拠点の形成を目指しています。

## 研究体制

この研究センターでは、以下のRNA科学に関する5つの課題に関して研究を実施し、機能性RNAが中心的な役割を果たしている生命現象を多面的に検証します。

### RNA科学総合研究センター

(RNAを中心とした生命の秩序的制御メカニズムの総合的解析)

- ① RNAの構造と機能獲得に関する研究
- ② 植物における生体RNAの機能解析
- ③ 細胞間・組織間のシグナル伝達に関わるRNA機能の解析
- ④ RNAを介したエピジェネティックな遺伝子機能制御の解析
- ⑤ 機能性RNAの構造と機能に関する研究



RNA科学総合研究センター公開シンポジウム「RNA Worldへの階段」の開催

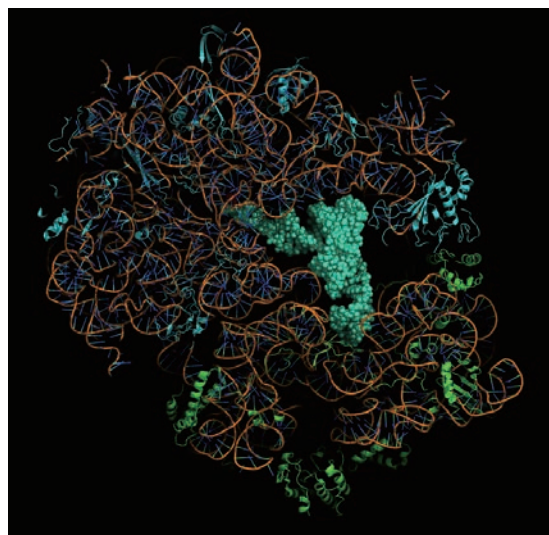


### 島田 浩章

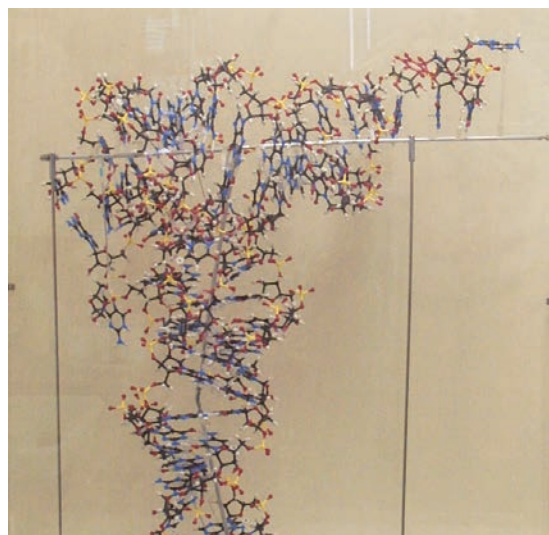
生命系の研究者を中心に、様々な分野の研究者が集まって、RNA科学をキーワードに、従来の学問領域の枠を超えた新たな枠組みを構築しました。この研究センターでは、生命の誕生から持続的安定的な社会の構築に関する研究まで、幅広い領域を守備範囲としています。人々の幸せな未来に向けた基盤研究を行います。

## 研究内容

RNAには、ゲノム情報を取り出して具象化するメッセージの役割をもつものに加えて、酵素機能を有するものや、DNA・タンパク質と結合することで生理機能を有するものなど様々な種類が存在します。これまでに、細胞内には多様な非コードRNAが多量に存在し、これらが生命活動において重要な役割を果たしていることが示されています。しかしながら、現時点ではこれらの詳細な機能はわかっていません。このプロジェクトでは、非コードRNAの機能解明に研究の中心に置き、遺伝子のエピジェネティックな制御や転写・翻訳レベルでの機能制御、細胞間・分子間の相互作用など、多様な生命現象に関与するRNA機能を総合的に解析することに主眼を置いています。RNAは生命の進化を考える上でも重要な分子であり、本プロジェクトでは機能性RNAによる生命現象の秩序的制御メカニズムの具象化を行うことで生命の根本に迫ることができると考えています。



タンパク質合成の場であるリボソームに結合しているtRNA。中央部に見える青い物体がtRNAである。上方にリボソームの大サブユニット、下方に小サブユニットが存在する。



tRNAの立体構造模型

# 戦略的環境次世代健康科学研究基盤センター

env-health@rs.tus.ac.jp

センター長 薬学部薬学科 教授

武田 健 | Ken Takeda

## 研究内容

環境と次世代健康科学に関する研究を行い、疾患の原因となる環境要因の解明と予防に向けた先進的研究を行う

## 目的

大気環境中のナノ粒子をはじめとする様々な環境要因が次世代の免疫・アレルギーや脳や肺、肝臓、腎臓等の代謝・機能に及ぼす影響を調べ、次世代の子どもが健康に生活できる社会を築くための戦略的研究基盤を形成する

## 今後の展開

環境中のナノ粒子が原因や背景因子になる次世代の子どもの疾病を予防し、次世代の健全な成長発達が保証される環境を確保することを目指す

本研究センターは2011年度文部科学省私立大学戦略的研究基盤形成支援事業に採用され、5年間のプロジェクトとしてスタートした。

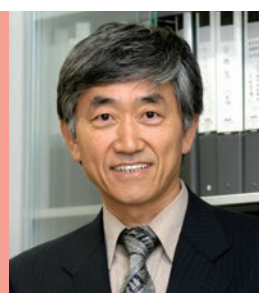
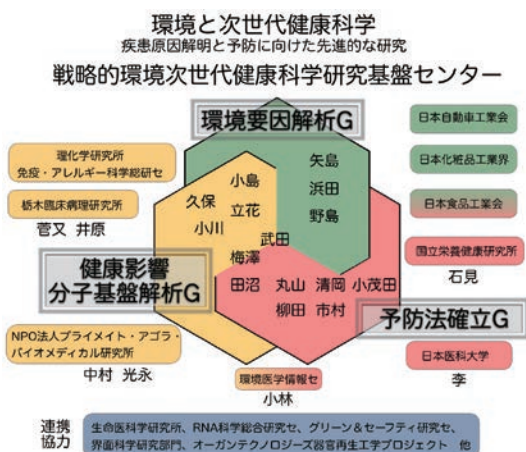
## 目標

当センターでは、次世代の子どもが健康に生活できる社会を築くための戦略的研究基盤を形成することを目標とする。そのために理工系総合大学の観智を結集し、外部研究機関の協力を得ながら次世代の健全な成長発達が保証される環境を確保すること、さらに運動、栄養がもたらす健康影響を明らかにし、その予防(治療)や健康増進法を確立することを目指す。

## センター設置の背景と経緯

人々を取り巻く社会環境や生活環境の変化に伴い、健康に悪影響を及ぼす新たな要因が出てきている。特に環境要因が子どもの成長・発達にもたらす影響は、国内外で議論されている大きな問題である。我が国では2010年度から、「子どもの健康と環境に関する全国的な疫学調査」(エコチル調査、環境省、15年間)を実施している。この背景の中で当センターは、大気環境中のナノ粒子をはじめとする環境要因が次世代個体の種々の器官や生体調節系に及ぼす影響を調べ、次世代の子どもが健康に生活できる社会を築くための戦略的研究基盤として形成された。

当センター長らは、先に文部科学省私学研究助成事業学術フロンティアにおいて、ナノ粒子健康科学の研究を実施した。その結果、環境中に放出されたナノ粒子やナノテクノロジーの基盤材料として生産されるナノマテリアルが、妊娠中の母体から仔に移行し、仔の発達過程で様々な健康影響を及ぼすことを動物実験系により明らかにした。



武田 健

本センターの活動を通して、未来の子ども達が健康な生活をおくれるような環境を創出することに貢献したい。

## 期待される本センターの研究成果

- 1) ナノマテリアルの次世代への健康影響に注目している諸外国の研究機関はまだほとんどない。そのような現状の中で、すでに我々は一定の成果を得ている。ここに結成した新チームにより、世界をリードする環境次世代健康科学の研究を展開しつつある。
- 2) 最近増加している子どものアレルギーや自己免疫疾患、脳神経疾患、若年性の生活習慣病などの環境要因を明らかにするとともに、その病理・分子的基盤を明らかにし、対処法を確立することが期待される。
- 3) 霊長類(サル)を用いたモデル実験系において、排ガス由来の微粒子及び様々なナノマテリアルが次世代に及ぼす影響を明らかにし、ヒトへの外挿可能なデータを得るとともに、その対処法の確立に寄与することが期待される。
- 4) 日常生活環境には様々なナノ粒子が非意図的に産生され、環境中に放出されている。主にディーゼル排ガスやタバコ煙に含まれるナノ粒子の性状を解析し、ナノ粒子の次世代への健康影響を明らかにする。また、その他の微粒子発生源から出されるナノマテリアルの性状及び作用を解析することにより、子ども及び次世代への健康影響の解明が期待される。
- 5) 環境要因による次世代健康影響を予防するため、運動、栄養が果たす役割を明らかにする。また、症状が現れる発達初期にそのプロセスを薬で調整することにより疾病を予防する方法を確立することが期待される。

## センターにおける研究の意義と今後の課題

当センターが掲げた目標は、従来型の医学研究や環境研究を通して達成することはできない。ナノマテリアルの健康科学という基礎的学問(ナノスケールの物性学、化学、分析学、毒性学、病理学、分子生物学)と新たな視点からの次世代健康科学(免疫学、栄養学、運動学、薬学、医学)の学問的融合が必要である。その過程で当センターは、総合理系大学の特徴を活かした新しい境界・複合領域の学問の発展と若手研究者の育成を目標とする。

さらに、「大気環境中のナノ粒子をはじめとする環境要因が次世代個体の種々の器官や生体調節系に及ぼす影響を調べ、次世代の子どもが健康に生活できる社会を築く」という当センターの最終目的は、環境リスクの問題を様々な人や社会にどのように伝えるかという「リスク・コミュニケーション」の課題解決なしには達成できない。当センターは、2012年度からこの課題に対する研究にも取り組み始めた。一連の研究により、次世代の子ども達が健康に生きるための環境を創出することに貢献したい。



## キラリティー研究センター

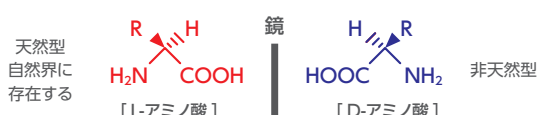
shiina@rs.kagu.tus.ac.jp

センター長 理学部第一部応用化学科 教授

椎名 勇 | Isamu Shiina

## はじめに

ある物体を鏡に映したとき、左右の掌のように元のものとは重ね合わせることができない場合、これらをキラル（不斉）であると言います。L-アミノ酸やD-糖類にみられるように生体関連化合物には、作用の異なる2つの鏡像異性体のうち、一方のみが存在することが多いことが知られています。



従って、望む一方の鏡像異性体を合成することができる不斉合成の研究が重要な研究課題の一つとなっています。また、生体関連化合物の不斉の起源すなわち不斉が生じ増幅した過程の解明は、サイエンスの未解決問題のひとつとされています。またキラリティーを有する分子の集合体は興味ある物性を示すことが明らかになっています。最近の本学の不斉自己触媒反応による不斉の起源の解明や、不斉有機触媒の創製に関する不斉分子化学的研究が大いに関心を集めています。さらに、これまで本学ではジアスレオ選択的およびエナンチオ選択的不斉合成において着実に有用な成果を挙げてきました。

## 目的

キラリティー研究センターは、本学のキラル分子化学の研究者がキラリティーの概念のもとに結集し、不斉の起源および不斉の増幅過程の解明、不斉錯体および不斉有機触媒による有用なキラル化合物の不斉合成法の開発を目的とし、研究を行います。もってキラルサイエンス分野で本センターが独創性において世界のトップレベルに位置付けられる成果を挙げることも目的としております。

## 特色

本センターを構成する教員のキラリティー研究のレベルは、質、量ともに世界的にも高いことが特色の一つであります。キラル分子化学の研究者が集結した研究グループは世界的にきわめてユニークで特色的であります。また不斉の起源の解明はサイエンスの未解決問題の一つとされており、不斉自己触媒反応を活用することにより、その解決に向けて大きな成果が挙がるのが期待できます。不斉有機触媒や錯体触媒を用いる不斉合成手法の開発は、医薬品等の不斉合成にも応用できる環境に配慮した手法を提供することが期待できます。これらの研究を通して、キラリティーに関する一層深遠な自然観の確立に貢献し、キラル物質およびその集合体の不斉合成に供する手法の提供ができる意義があると言えます。

キラリティーに関する研究は、世界的に多くの研究者が関心を寄せ、競争が激しい分野ですが、本学教員のキラリティー研究は、きわめて独創的かつ優れており、質、量ともに世界でもトップレベルに位置付けられ、これまで以下の賞を受賞しております。

破合憲三：第63回日本化学会賞「キラル有機化合物の不斉の起源とホモキラリティーの研究」(22年度)、文部科学大臣表彰科学技術賞研究部門「受賞不斉自己触媒反応の発見と不斉の起源解明の研究」(19年度)、紫綬褒章(24年度)

林雄二郎：第28回日本化学会学術賞「実用的不斉有機触媒反応の開発および独創

## 研究内容

キラリティーの起源、増幅および不斉合成に関する研究

## 目的

生体のアミノ酸などはキラルである。キラル化合物の不斉合成法の開発、分子キラリティーの起源を解明する

## 今後の展開

メンバーのこれまでの研究成果をもとに、キラリティーに関連するレベルが高い研究を推進していきます

的天然有機化合物合成」(22年度)、有機合成化学協会第一三共創薬有機化学賞「実用的不斉有機触媒反応の開発および独創的天然有機化合物合成」(20年度)、井上學術賞(23年度)

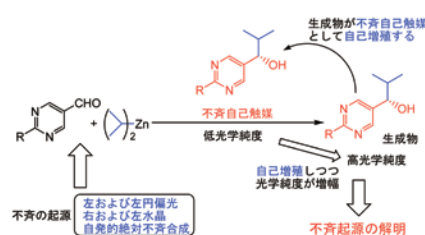
佐藤毅：日本薬学会学術貢献賞「マグネシウムカルベノイドならびに関連反応活性種の化学の開拓」(21年度)

川崎常臣：第59回日本化学会進歩賞「炭素同位体キラル化合物による不斉誘導現象の発見と超高感度不斉認識」(21年度)、文部科学大臣表彰若手科学者賞「炭素同位体不斉誘起現象の発見と高感度不斉認識の研究」(22年度)、Banyu Chemist Award (23年度)

これらの分子化学の研究者が集めてキラリティーに関して主力を注ぐ研究センターは世界的にも殆どありません。本センターは、キラリティーに関してきわめて先導的な研究成果を挙げ、キラル化合物の不斉合成法の提供のみならず、生体関連化合物のキラリティーの起源に関する要因を明らかにすることにより、サイエンスとして未解決問題の解決の糸口を与える可能性が大きいと期待されています。

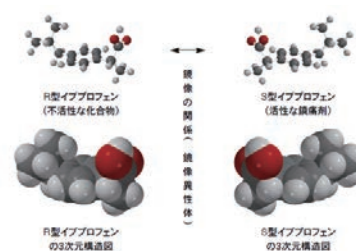
## 研究内容

A：不斉自己触媒反応による不斉起源の解明：キラル無機物質や動的な不斉要因を元に鏡像体過剰率が向上する不斉自己触媒反応と組み合わせ、高光学純度キラル化合物を得ることにより、不斉起源を解明します。



キラリティー研究センター：研究テーマの一例

B：動力学的分割による不斉合成：医薬品中間体の動力学的分割による不斉合成法を開発する。



C：キラルな化合物の合成：これまで優れた合成法のない、不斉反応の開発を行います。また、優れた不斉触媒を開発し、大量合成可能であり、環境に優しいキラルな化合物の合成法を開発します。さらにキラルな高分子の合成を行います。

C-1：不斉反応の開発：これまで優れた合成法のない不斉4級炭素の構築を目指し、不斉アルドール反応などの検討を行います。不斉ヘテロディールス-アルダー反応、不斉エポキシ化反応などにキラル触媒を適用することにより、キラル素子の合成も行います。さらに光学活性な出発物質として容易に合成可能なキラルなスルホキニド化合物に着目し、様々な有用なキラル中間体を合成します。

C-2：キラルな触媒の開発：触媒量の不斉源から大量のキラルな化合物を合成する不斉触媒反応は、光学活性体の優れた合成方法の一つであります。そのためには優れた触媒の開発が必須とされています。本センターでは、面不斉や螺旋不斉などを有する遷移金属触媒を開発し、高分子合成反応(重合反応)に適用することにより、生成ポリマーの主鎖一次構造の制御および光学活性ポリマーの合成を行います。さらに、アミノ酸由来の有機不斉触媒を設計し、大量合成可能な実用的不斉合成法の開発を行います。



椎名 勇

我々人間を含め生体は3次元の世界で活動しています。3次元世界では[x,y,z]座標の軌跡で表される構造に対して[x,-y,z]座標の軌跡で表される構造、すなわち鏡像が存在しますが、生体を構成する分子のほとんどはそれらの内的一方から成っています。キラリティー研究センターでは、1) 生体構成分子がなげ片方に偏った状態で存在することになったのか、また2) 生体に作用する片方の鏡像分子を効率良く合成するためにはどのような手段があるのか、を主な課題として検討を進めて行きたいと思っています。

# トランスレーショナル リサーチ部門

fukai@rs.noda.tus.ac.jp

部門長 薬学部生命創薬科学科 教授

深井 文雄 | Fumio Fukai

## ○ 研究内容

基礎研究から得られた成果から、疾患の診断、治療、予防法を開発し、臨床応用する

## ○ 目的

基礎研究の成果を、医療現場に還元する事を最終目標として、

1. 本学で開発された新薬、新技術等を臨床応用可能にまで育てる
2. 医療現場から得られた患者の生体試料を解析し、個別化医療に貢献する

## ○ 今後の展開

本部門と医療機関の共同研究テーマ、たとえば天然化合物スルフォラファンの大腸癌予防効果について臨床試験が現在進行中で、今後の成果が期待される

## Translational Research (橋渡し研究)とは

トランスレーショナルリサーチ(TR)とは、研究室で発見された基礎的な知見や技術について、臨床応用の可能性を評価しなおして、臨床の場に使われるまでに育てること。すなわち、基礎と臨床との橋渡しをする研究です。海外ではTRを意味する次のような標語が良く用いられます。From Bench To Bed Side !

## TR部門設置の背景

我が国は、基礎研究で優れた実績をあげながら、その成果を臨床の現場に活かす橋渡し研究(TR)が普及していません。そのことが我が国における新薬開発の大きな阻害要因の一つになっています。本学には複数の学部で優れた基礎研究が行われ、明日の医療に貢献しうる可能性を秘めたたくさんのシーズが集積していますが、本学には附属病院がないため、医療機関との接点が希薄であり、本学の持つ基礎研究の成果を臨床に還元しにくい状況にあります。

最近、医学部を中心に学内にTR部門を設置し、各大学の有する基礎研究成果を臨床応用するための研究体制の整備が始まっています。本学の持つ基礎研究の成果を臨床応用するためには、医療機関との共同研究の窓口になるTR部門を本学の学内に設置し、医療機関と連携して基礎研究と臨床研究の橋渡しを強力に推進することが不可欠であります。

## TR部門の目的

本学の研究者が、医学部、医療機関と連携して基礎研究と臨床研究の橋渡しとなる研究を行うことにより、本学で発見、開発されたシーズを臨床応用にまで育成することを目指します。

以下の2つのアプローチで研究を進めています。

- 1) 臨床応用につながる新薬、DDS、診断技術の開発を進めます。2) 医療機関と連携して開発した新薬、新技術等を臨床応用するために必要な臨床試験を実施します。

## TR部門構成員とその研究テーマ

TR部門には、2013年7月現在、学内研究者16名(薬学部15、理学部1)、及び学外の客員研究者20名が参加しています。

### 学内研究者(16名)

【理学部・応用化学科】鳥越 秀峰(核酸医薬)、【薬学部・薬学科】岡 淳一郎、濱田 幸恵(薬理学)、小茂田 昌代(医療安全学)、花輪 剛久、河野 弥生(医療デザイン学)、廣田 孝司、宮嶋 篤志(生物薬剤学)、牧野 公子(DDS)、山下 親正、堀口 道子(製剤設計学)【薬学部・生命創薬科学科】秋本 和憲(分子医科学)、樋上 賀一、須藤 結香(分子病理・薬物代謝学)、深井 文雄(分子病態学)、伊豫田 拓也

### 客員研究者(20名:2013年7月現在)

【筑波大学】兵頭 一之介、鈴木 英雄(消化器内科学)、松村 明、山本 哲哉(脳神経外科)、大河内 信弘(消化器外科)、原田 義則(次世代医療育成センター)、野口 雅之(診断病理学)、島野 仁(内分泌制御医学)、【国立がん研究センター】上園 保仁



### 深井 文雄

本学は医療に貢献しうる研究成果を数多く有しながら、それらの成果を医療現場に還元するための橋渡し研究を行いにくい環境にあります。TR部門は、近隣の医療機関との共同研究により、本学で生まれた研究成果の臨床応用を目的として設立された組織です。ご自分の研究成果の臨床応用を目指す方は是非本部門にご参加下さい。

(がん病態生理学)、武藤 倫弘(がん予防学)、【東京医科大学茨城医療センター】松崎 靖司(肝臓学)、【香川大学】松永 卓也(血液内科学)、【都健康長寿医療センター研究所】重本 和宏(運動器学)、【国立感染症研究所】深澤 征義(ウイルス学)、【佐賀大学理工学部】児玉 浩明(機能分子学)、【順天堂大学附属病院】田辺 真彦(乳腺腫瘍学)、【東京慈恵会医科大学柏病院】大草 敏史(消化器内科)、【湘南鎌倉総合病院】竹下 聡(循環器)、【ともなクリニック糖尿病生活習慣病センター】朝長 修(生活習慣病学)【阪大附属病院未来医療開発】山本 紘司(統計学)

◎TR部門における学内外の研究者の役割分担を図1に示します。

## 進行中の客員研究員との共同研究(共同研究先) 2013年7月現在

1. 悪性腫瘍、並びに生活習慣病の予防を目指した機能性食品の臨床試験(筑波大消化器内科)
2. 脳腫瘍に対するホウ素中性子捕捉療法の効率化(筑波大脳神経外科)
3. テネシンCを分子標的とした神経膠芽腫治療法の開発(筑波大学脳神経外科)
4. 細胞接着制御によるがん細胞の抗がん剤感受性増強(香川大学医学部:図2)

## TR部門の現状における問題点と克服すべき課題

### 1. 外部医療機関との連携の拡充

各研究テーマについてカウンターパートとなりうる臨床研究者をさらに外部から招聘する必要があります。そのためには、近隣の医学部や医療機関と合同でセミナーやシンポジウムを定期的に行い、外部医療機関との連携を更に強化していく予定です。

### 2. 研究予算

TR部門として、内外の研究者がチームを組んで取り組む共通の大型研究プロジェクトに申請し、研究費の獲得を目指します。同時に、たとえ小額であっても、部門活動予算を研究で使用する消耗品の購入に充当できるよう新たな方策を企画したいと考えています。その試みの一つとして、臨床応用が期待できる特に優れた研究計画にたいして、小額でも予算配分することを考えており、TR部門活性化の一助にできればと考えています。

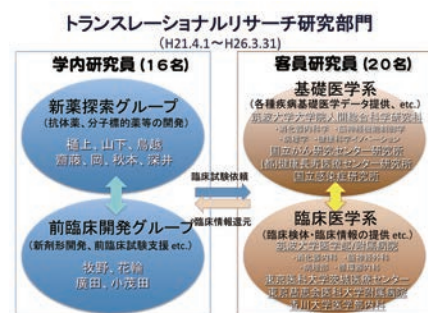


図1 TR部門における学内研究員と客員研究員の連携

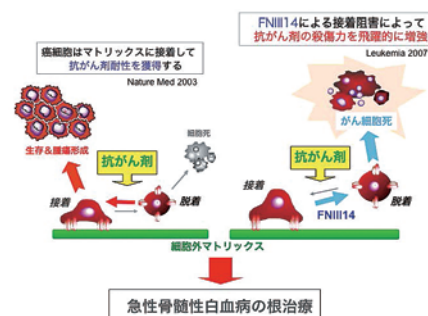


図2 細胞接着制御によるがん細胞の抗がん剤感受性増強



# 創薬フロンティア研究部門

tanuma@rs.noda.tus.ac.jp

部門長 薬学部薬学科 教授

田沼 靖一 | Sei-ichi Tanuma

## 研究内容

*In silico*創薬プラットフォームを基盤とする新しい創薬システムを創成する

## 目的

疾患発症機序のゲノミクス/プロテオミクス解析による創薬分子標的の同定から新規 *in silico* 創薬方法論に基づく分子設計手法を活用した新しい創薬システムを創成することによって、新薬リード化合物の創成に資する基礎を築く

## 今後の展開

本学の強みである生物学・物理学・化学を基礎に、創薬フロンティアの研究拠点を形成するとともに、理論的創薬科学の新しい学問領域を開拓する

## 本部門の特徴

創薬フロンティア研究部門は、2011年10月に設立された新しい研究部門です。この部門は、「ゲノム創薬研究センター」で行われたアポトーシス制御機構の解明や*in silico*創薬手法の開発等の幅広い分野にわたる学際的な研究成果を基盤としています。例えば、創薬分子標的を探索する独自性の高いモデルマウスを用いた解析系の確立や、転写因子に対する体系的なモノクローナル抗体の作製、新しい*in silico*創薬方法論に基づくタンパク質相互作用をターゲットとした分子設計手法(COSMOS法、BIOS法)の開発等の研究成果が挙げられます。

本部門は、理論的創薬の開拓という基本姿勢は同じですが、私共が開発した*in silico*創薬プラットフォームのさらなる整備と、その実践的な創薬システムの構築による独自の創薬リード化合物の創成を目指しています。

## 本部門の体制

現在、本部門は15名の本学研究者と4名の客員研究員からなり、その専門は、分子生物学、生化学、細胞生物学、分子遺伝学、分子腫瘍学、分子神経科学、薬物代謝学、ゲノム創薬学、バイオインフォマティクス、有機元素学、創薬有機化学、製剤学、環境健康学、脳科学、外科学などの分野が集まり、図1のような相互連携研究によって、新規リード化合物創成の研究を推進します。また、国内外の関連大学・研究機関との有機的な連携体制により、国際協力場の構築します。

### 〈学内研究者〉

田沼 靖一(薬学部)、鍛冶 利幸(薬学部)、岡 淳一郎(薬学部)、廣田 孝司(薬学部)、樋上 賀一(薬学部)、和田 猛(薬学部)、内海 文彰(薬学部)、内呂 拓実(薬学部)、秋本 和憲(薬学部)、高澤 涼子(薬学部)、藤川 誠(薬学部)、菅原 二三男(理工学部)、古市 貞一(理工学部)、松永 幸大(理工学部)、村上 康文(基礎工学部)

### 〈客員研究員〉

内山 真伸(東京大学大学院薬学系研究科)、高橋 保(北海道大学触媒化学研究センター)、松村 保広(国立がんセンター東病院)、黄成(中国・復旦大学付属中山病院)

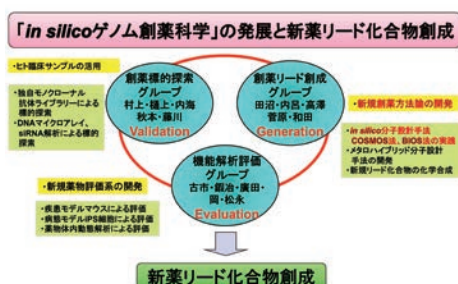


図1.創薬フロンティア研究部門の研究体制



### 田沼 靖一

最近、製薬企業では上市に至る新規医薬品の減少や創薬戦略の行き詰りが問題となっている。そこを打開する方略として、*in silico*創薬手法を駆使して理論的に最適医薬品リード化合物を創成できる新しい創薬システムを構築することは、重要な意義をもちます。本学から世界に発信できる理論的創薬の拠点を創りたいと思っています。創薬に興味のある方はぜひご参加下さい。

## 本部門の研究内容

本研究部門の主眼は、*in silico*創薬を中核とする理論的創薬システムの構築を推進することであり、以下の3つの研究グループの連携により、新規リード化合物の創成を目指します。また、本部門では、異分野間の連携に加え、国内外の医療機関との有機的な協力体制をとっており、臨床現場を見据えた独自性の高い研究内容となっています。

### (1)創薬標的探索グループ

学内外の研究者と連携しつつ新規創薬標的分子の探索を行う。遺伝子学的手法、プロテオミクス解析、抗体ライブラリーを用いた大規模ウェスタンブロットスクリーニングやマイクロアレイシステムによる高精度遺伝子発現解析システムを用いた創薬標的分子の探索をする。

### (2)創薬リード創成グループ

私共が開発したタンパク質相互作用を標的としたCOSMOS法やタンパク質-DNA/RNA相互作用を標的としたBIOS法の実践として、(1)で探索された創薬標的分子に対して生理活性を有する新規低分子化合物の設計を行う。また、メタロハイブリット化合物の新しい分子設計理論を考案する。

### (3)機能解析評価グループ

病態モデル動物や培養細胞を用いて、(2)で創製されたリード化合物の機能解析を実施する。特に、メタロハイブリット化合物の生理活性や体内動態の解析に力を入れ(図2)、これまでにないまったく新しい創薬リード化合物としての可能性を検証する。

### (4)外部研究機関との連携

東京大学の内山教授と北海道大学触媒化学研究センター・高橋教授は、新規メタロハイブリット化合物等の分子設計とライブラリー構築を実施する。復旦大学病院の黄部長とは、ヒト臨床検討での創薬標的分子の探索を行う。国立がんセンターの松村部長とは、抗体ナノマテリアルによる新規ナノ診断治療法を創出する。

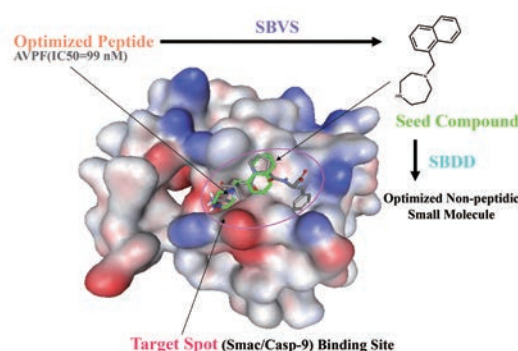
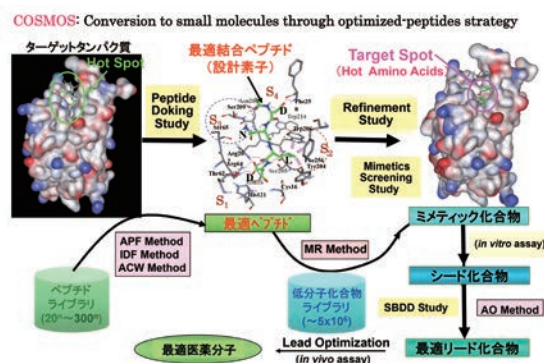


図2.新しい*in silico*創薬方法論、COSMOS法

# バイオルガノメタリクス 研究部門

bio-organometallics@rs.tus.ac.jp

部門長 薬学部薬学科 教授

鍛冶 利幸 | Toshiyuki Kaji

## 研究内容

バイオルガノメタリクス(有機-無機ハイブリッド分子のバイオロジー)を展開する

## 目的

有機-無機ハイブリッド分子の化学、分子生物学、ケミカルバイオロジー、創薬研究、物性理論・計算科学、毒性学、分析科学などから成る有機的な共同研究を通じて、バイオルガノメタリクスの研究拠点を形成する

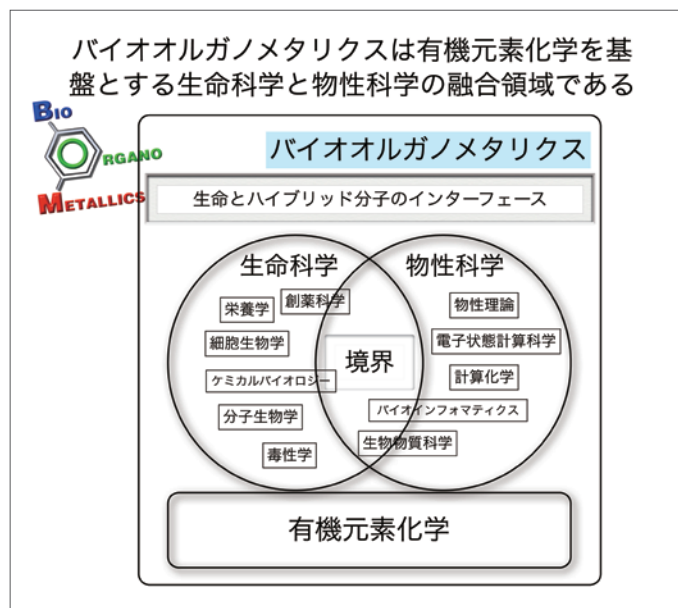
## 今後の展開

バイオルガノメタリクスという新しい概念に基づいて多領域の研究者が共同研究を行い、従来の科学では実現できない研究成果を発信する

## バイオルガノメタリクスとは

化合物には有機化合物と無機化合物があるが、その両方の特性を有する化合物を有機-無機ハイブリッド分子(以下、ハイブリッド分子)と呼ぶ。GrignardやWittigなどの先駆的研究者がハイブリッド分子を合成化学の領域で活用したことを契機として、有機元素化学は目覚ましく発展している。しかしながら、ハイブリッド分子の有用性は未だにほとんどが合成試薬としての評価であり、生命科学への貢献はきわめて不十分な状況にある。

本研究部門は、バイオルガノメタリクス(ハイブリッド分子のバイオロジー)の研究を本格的に開始し展開する。ハイブリッド分子の持つ優れた特性を活かし、これらの分子によって生体分子・生体システムの活性を制御する研究や、金属の持つ活性を標的分子・標的組織で特異的に発現させる研究、さらにはそれらの基盤となる有機元素化学や理論計算科学などの研究とそれらの有機的な共同研究を実施し、生命科学研究に新しい領域と技術を創り出したいと考えている。



## 有機-無機ハイブリッド分子の活用戦略

生命科学から見たハイブリッド分子の特性は、以下の通りである。(1)金属原子が分子の三次元構造を変化させる。(2)分子構造が金属原子の体内動態と生物活性を制御する。(3)金属原子が分子構造の電子状態を変化させる。このような特性を活かし、ハイブリッド分子を、例えばケミカルバイオロジーの分子プローブのよう

な生体機能解析のツールとして活用したり、創薬のシード/リード化合物として活用することを想定している。さらに、生物活性と化合物の電子状態の関係を解析するツールとしても活用したいと考えている。

## 研究組織

バイオルガノメタリクス研究を展開するために、学内外より有機元素化学、物性理論、ケミカルバイオロジー、分子生物学・生化学、神経科学、毒性学、分析化学、などの研究者が組織されている。これらの研究者はそれぞれの研究領域で独自のバイオルガノメタリクス研究を行うだけでなく、相互の研究成果を相互に活用し、有機的に共同研究を行っている。

### 学内研究者

鍛冶 利幸(薬学部)、浜田 典昭(理工学部)、宮崎 智(薬学部)、内呂 拓実(薬学部)、高澤 涼子(薬学部)、佐野 明(薬学部)、篠田 陽(理工学部)

### 学外研究者

内山 真伸(東京大学大学院薬学系研究科)、佐藤 雅彦(愛知学院大学薬学部)、山本 千夏(東邦大学薬学部)、安池 修之(愛知学院大学薬学部)、藤原 泰之(愛知学院大学薬学部)、木村 朋紀(摂南大学薬学部)、中 寛史(名古屋大学物質科学国際交流センター)、藤代 瞳(徳島文理大学薬学部)

## 目標とする研究成果

本研究部門は、バイオルガノメタリクスを本格的に開始・展開することによって、既存の研究概念と方法論では実現が困難あるいは不可能な研究成果を集積する。

1. 生物活性に有用な特異的な三次元構造を構築したハイブリッド分子および標的分子・標的分子に金属を運搬する特性を持ったハイブリッド分子を創製する技術確立し、生命科学を切り拓く有機元素化学を創出する。
2. ハイブリッド分子が持つ特異な生物活性や毒性を探索・発見し、それを活用してハイブリッド分子の分子標的、新たな生体システムや機能性タンパク質、および創薬のシード/リード化合物を見出し、併せてこれらの研究に有用なハイブリッド分子の分析技術を開発する。
3. ハイブリッド分子の生物活性発現のメカニズムを、分子の三次元構造および電子状態から解析する方法論を確立し、それをハイブリッド分子と生命科学をつなぐブリッジング技術へと発展させる。

以上の研究を展開することによって新しい研究潮流をつくり出し、バイオルガノメタリクスの無限の生命力を世界に先駆けて示す。



鍛冶 利幸

バイオルガノメタリクス研究部門は2012年10月に設立されました。東京理科大学に新領域であるバイオルガノメタリクスの研究拠点が形成されたことの意義は大きく、異領域の研究者の共同研究によって、有機-無機ハイブリッド分子を駆使した研究成果を世界に先駆けて発信します。



## 糖鎖工学プロジェクト

tsujilab@rs.noda.tus.ac.jp

研究代表者 総合研究機構 教授

辻孝 | Takashi Tsuji

## 研究内容

新規技術により化学合成されたバイオ医薬候補品の生物機能解析を行うことにより、生体内における糖鎖の生物機能を解明し、バイオ医薬品の製造技術を開発する

## 目的

高機能化した糖タンパク質医薬品の創製、糖タンパク質医薬品の新規製造技術の確立などを通して、バイオ医薬品製造のパラダイムシフトを目指す

## プロジェクトリーダーからのコメント

タンパク質や脂質に付加する糖鎖は、免疫細胞の活性化、がんの浸潤・転移、感染症などの様々な現象に関与していることが知られており(図1)、糖鎖が付加された生理活性を有する糖タンパク質の応用研究が進められ、すでに医療の現場では、その一部が「バイオ医薬品」として使用されています。本プロジェクトでは、大学と民間企業が連携して、それぞれの持ち味を活かした研究を行い、新たな医薬品開発の基盤となる糖鎖機能の解明や、バイオ医薬品製造のための基盤技術の開発研究を通じて、社会に貢献することを目指しています。

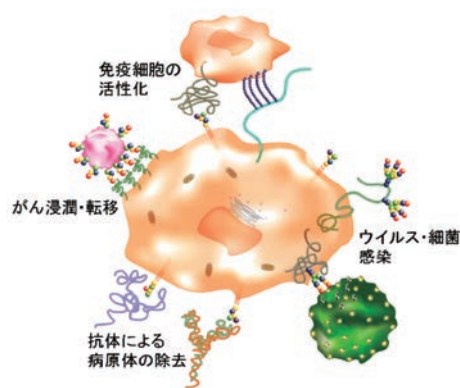


図1 糖鎖に関与するさまざまな生物現象

## プロジェクトの連携研究体制

本プロジェクトの共同研究者である、大阪大学大学院理学研究科の梶原康宏教授らは、世界に先駆けて糖鎖を酵素化学法により大量調製する技術や、糖タンパク質を完全に化学合成する技術を開発しました(*Chem Rec*, 2010他)。これらの技術をもとに、新たな化学合成技術(大阪大学)や生物機能の研究(東京理科大学、本プロジェクト)、医薬品化に向けた産業化のための展開研究(株式会社糖鎖工学研究所)を連携して進めていくことにより、新しい機能を有する糖タンパク質医薬品の開発や、より安全性の高い糖タンパク質医薬品の製造技術を開発しています。

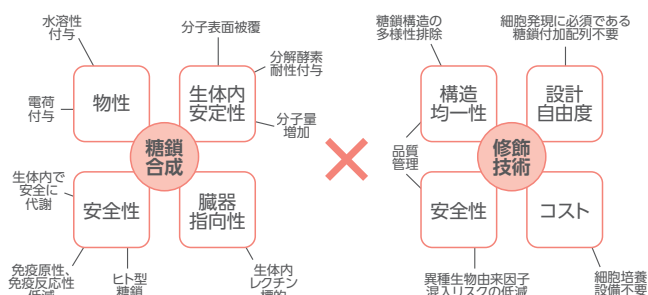


図2 糖鎖工学で目指すもの  
糖鎖合成技術と糖鎖修飾技術の組合せにより、従来型のバイオ医薬品製造では不可能な、高機能・高品質なバイオ医薬品の化学合成技術の開発を目指す。

## 研究の成果と今後の課題

本プロジェクトでは、糖タンパク質合成技術およびペプチド糖鎖修飾技術を確立することにより、バイオ医薬品の製造技術、創薬に新しいコンセプトを提示することを目指して以下の3つの研究課題に取り組んでいます。

## 1. 糖鎖の生物機能と構造に関する研究

糖タンパク質に付加する糖鎖は、発生・分化またウイルス感染や免疫応答などの様々な生物学的機能に密接に関与と考えられていますが、糖鎖が糖タンパク質の機能発現にどのような影響を及ぼしているのかは、いまだ不明点が多いのが現状です。

本プロジェクトでは免疫細胞であるTリンパ球の上に発現し、その機能を制御する分子ICOSをモデルとして、糖鎖機能を解析し、ICOSの糖鎖が生物機能発現や細胞内局在に重要な役割を果たしていることを明らかにしました(*Biochem Biophys Res Commun*, 2010)。

現在、Tリンパ球活性化の制御に関与する糖鎖と糖鎖認識タンパク質の解析を進めており、糖鎖の生物学的な機能の解明を目指しています。

## 2. 糖ペプチドの化学合成と生物機能に関する研究

生理活性ペプチドは、生体内ではホルモンとして作用し、様々な生理現象を調節し、生命機能の維持に重要な役割を担っています。生理活性ペプチドはその高い特異性と強力な生理活性から医薬品への応用が期待されていますが、生体内における安定性や吸収性に問題がある場合があり、医薬品化の大きな障害となっています。

本プロジェクトでは、様々な構造の単一な糖鎖をペプチドに化学的に修飾した生理活性糖ペプチドの安定性や生理作用に対する糖鎖修飾の効果を解析し、糖鎖修飾技術は既存の分子改変技術と並んで生理活性ペプチドの機能を向上させる技術として有用であることを明らかにしました。これらの研究を通じて、ペプチド創薬における新たな化学修飾技術の開発に取り組んでいます。

## 3. 糖タンパク質医薬品の新規合成と生物機能に関する研究

バイオ医薬品である糖タンパク質医薬品は細胞培養系で生産されるため、細胞の種類や製造ロット間で糖鎖構造の違い(多様性)を生じることが知られています。糖タンパク質医薬品は低分子化合物医薬品のように化学的に均一な構造ではないこと、また動物細胞で生産するため、未知のウイルスや非ヒト由来のタンパク質などの異種生物由来因子の混入の可能性があるなど、その品質管理レベルの高さが求められます。

本プロジェクトでは、これらの課題の解決策の一つとして、糖タンパク質医薬品の化学合成を提案します。これまでに、貧血治療薬エリスロポエチン誘導体(*Angew Chem Int Ed*, 2009)や多発性硬化症治療薬インターフェロンβ(*J Am Chem Soc*, 2012)の生物機能評価を行い、均一な構造を持つ化学合成糖タンパク質も培養細胞で生産された糖タンパク質と同様に生物機能が保持されていることを明らかにしました。同技術を応用することにより株式会社糖鎖工学研究所では糖鎖修飾による完全化学合成インターフェロンβの高機能化の研究や、実用化に向けた合成糖タンパク質製造技術の開発研究へと発展しています。

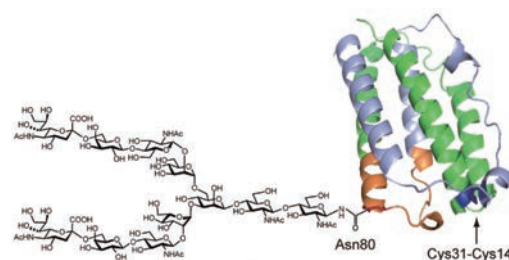


図3 完全化学合成インターフェロンβの構造

# オーガンテクノロジーズ器官再生工学プロジェクト

tsujilab@rs.noda.tus.ac.jp

研究代表者 総合研究機構 教授

辻 孝 | Takashi Tsuji

## 研究内容

臓器・器官の再生医療システム構築のための基盤技術を開発する

## 目的

次世代再生医療としての「臓器置換再生医療」の基盤技術開発を進め、その実用化技術を利用した新規産業の創出を目指す

## 今後の展開

本研究プロジェクトの研究を通して、新規基盤技術の創出や人材育成を進めると共に、再生医療システムの実用化技術の開発へと発展させる

## プロジェクトリーダーからのコメント

臓器置換再生医療は21世紀の医療システムとして大きな期待を寄せられています。本プロジェクトでは、臓器・器官再生の学術的な基礎研究を通して大学における教育研究の課題を進めていくと共に、民間企業との連携研究によって臓器置換再生医療の実現化につながる基盤技術の開発や、ヒトへの最適化研究、臨床応用化を推進することによって社会への貢献を目指しています。

## 再生医療とは

21世紀型の医療システムである再生医療は、「幹細胞」を損傷部位へ移植し、組織や器官の機能を修復する細胞移行療法として、幅広い疾患において臨床応用化が進められています。さらに次世代再生医療として、疾患や傷害を受けた臓器や器官を、生体外で人工的に作製した器官と置換する「臓器置換再生医療」が求められています。しかしながら、その技術開発はいまだ十分ではなく、その基盤技術の開発が期待されています。

## 研究成果と今後の課題

そこで本研究プロジェクトでは、民間企業と連携して、臓器置換再生医療の実現を目指して、以下の課題を中心に研究を進めています。

### 1. 器官再生技術の開発

器官を再生するには、複数の細胞種から三次元的な細胞操作によって、機能的な器官を再生する技術開発が必要であり、人工的な材料を利用したハイブリッド型人工臓器や細胞を三次元的に組み立てる技術開発が進められてきましたが、高い機能を有して長期間利用できる器官再生は十分ではありませんでした。

#### 1) 器官再生に向けた三次元的な細胞操作技術の開発

器官再生に向けて、器官発生のメカニズムを用いた再生研究が進められています。器官は胎児期に上皮細胞と間葉細胞の相互作用により誘導される器官原基から発生し、機能的な臓器・器官へと成長します。本プロジェクトでは、単一化細胞から器官原基を再生する「器官原基法」を世界に先駆けて開発し、正常な構造を有する再生歯や再生毛を高頻度で発生させることを可能にしました(図1、*Nature Methods*, 2007)。これらの技術開発から「臓器置換再生医療」の実現可能性が大きく進展したと考えられています。

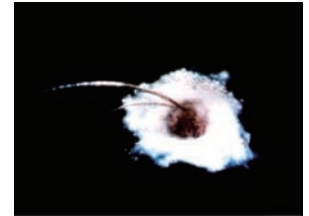


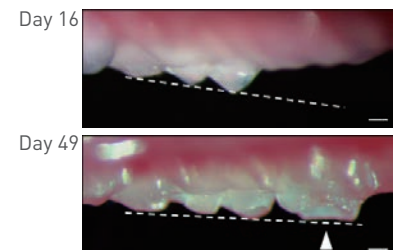
図1 器官原基法により作製した再生歯、再生毛

#### 2) 機能的な歯の再生治療の基盤技術開発

器官原基法により再生した歯胚を歯の喪失部位に移植し、機能的な再生歯を発生させるか、これは臓器再生の研究者が目指してきたことです。再生歯胚を成体マウスの抜歯窩に移植すると、再生歯が「物を咬める硬さ」を有して生えて咬合すると共に、矯正によって「歯を動かすことができる歯根膜機能」、「侵害刺激によって痛みを感じる」ことができる機能的な歯であることを明らかにしました(図2、図3、*PNAS*, 2009)。



図2 マウス口腔内で生えて咬合した再生歯(光る歯)

図3 マウス口腔内で再生歯が生えた様子  
▲: 再生歯, Scale bar, 200  $\mu$ m

#### 3) 毛の再生医療システムの開発

脱毛症の治療法として、成体由来細胞から毛包を再生し、患部へ移植する毛髪再生医療システムの開発を進めています。成体マウス毛包より取得した毛包上皮幹細胞と毛乳頭細胞より器官原基法を用いて再構成した再生毛包原基を成体マウス皮膚内に移植することにより、天然の毛髪と同様に発毛と脱毛のヘアサイクルを繰り返す「生え替わる毛髪」を再生しました(図4、*Nature Commun.*, 2012)。さらに将来の臨床応用化に向けて、ヒト頭髮と同等な毛密度とする毛髪再生技術を開発しました(図5)。

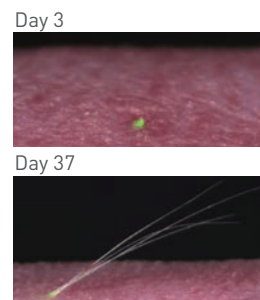


図4 成体毛包由来幹細胞より再生した再生毛



図5 高密度に体毛を再生したヌードマウス

### 2. 臓器培養技術の開発

再生した臓器・器官を治療に用いるには、その臓器・器官を生体外で三次元的に機能を有して維持・育成する培養システムの開発が必要です。本プロジェクトでは、肝臓をモデルとして、生体から摘出した肝臓を機能を保持したまま、生体外培養を可能とするシステムの開発を進めています。



# 火災科学研究センター

mtsujj@rs.kagu.tus.ac.jp

センター長 工学部第二部建築学科 教授

辻本 誠 | Makoto Tsujimoto

## 研究内容

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

## 目的

火災科学及び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を推進する

## 今後の展開

世界最高水準の教育研究拠点を確立し、火災安全に関する様々な社会的需要に応え、社会的貢献を果たす

## 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40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で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は、大半が本学の火災科学研究部門のメンバーによって行われました。

こうした実績が評価され、「先導的建築火災安全工学の東アジア教育研究拠点」が、平成20年度グローバルCOEプログラムに採択されました。これは平成15～19年度の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。

平成24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。

平成25年度からは、私立大学戦略的研究基盤形成支援事業の支援を受け、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いきたいと考えております。

## 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1500m<sup>2</sup>、延べ面積約1900m<sup>2</sup>、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、当センター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月には多目的水平載荷加熱試験装置を設置しましたが、今後さらに、大型実験装置や国際的にも必要とされる外壁の防・耐火性能検証装置や燃焼性能試験装置などを整備して先導的な研究の発展に役立てる所存です。

## 火災科学研究の目的と重要性

火災科学研究センターでは、グローバルCOEプログラムにおける教育研究拠点の形成を推進してきました。(図1)当拠点は、21世紀COEプログラム「先導的建築火災安全工学研究の推進拠点」の成果である“理論”としての性能の火災安全設計技術と“実践”としての大型実験施設の活用による実験的研究を両輪に、さらに発展・深化させ、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)の利用に伴って増大する潜在的火災リスク(図2)の抑制を目的としています。特に、急激な近代化のために変容する空間・材料利用により、最も高いリスクを受ける東アジアの諸都市の研究者と教育研究の両面で協力することで我が国に限定せず、火災危険増大抑制のための研究並びにこれを実現する教育方法の確立を目指しています。

これが実現されれば、高層空間、地下空間での危機的な事故発生が抑制され、仮に火災事故が発生した場合にも理論的分析や大型実験施設を利用した再現実験等を通じて、迅速で有効な施策を選択でき、同時にネットワークを通じて他国、他都市での同様の危険発生が抑止されます。また、現状では明確でない防火技術者(研究成果を応用して実際に安全な空間を実現する)の職能が、消防官等への教育を通じて具体的に確立されることも期待されます。

## 国際火災科学研究科の開設と火災科学研究センターの使命

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。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。これを実践することが火災科学研究センターに課せられた使命であるといえます。

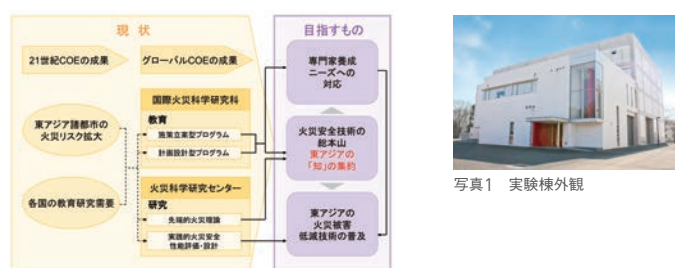


図1 火災科学研究センターによる教育研究拠点

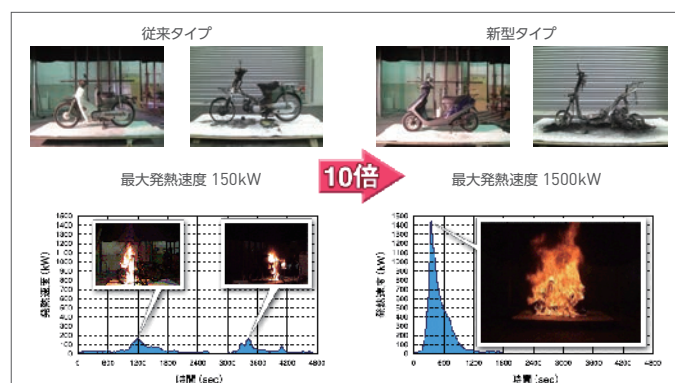


図2 材料の変化(プラスチック材料の増加)

## 辻本 誠

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、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。

# 次世代データマイニング研究部門

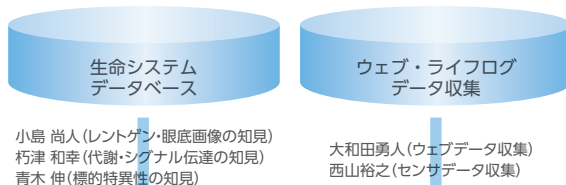
ohwada@ia.noda.tus.ac.jp

部門長 理工学部経営工学科 教授

大和田 勇人 | Hayato Ohwada

本次世代データマイニング研究部門は、2011年4月に設立された研究部門です。この部門は2005年に設立され2011年3月に終了した「知識インターフェース研究部門」を母体としています。知識インターフェース研究部門では、大規模データの収集から意味の抽出・提示までを対象に、幅広い分野に対して学際的な方法論を展開しました。その結果、並列帰納論理学習・推論エンジンに基づくデータマイニングシステム、バイオインフォマティクスシステムであるマルチドメインモチーフ検索ツール、そして、擬似回転錯視による医用画像解析システム等、数多くの研究成果を挙げ、様々な国際会議や学会誌で発表を行いました。これに対して、本次世代データマイニング研究部門は、基本的な問題意識は同じですが、応用分野を医療・生命系とWebデータ系に絞り、そこで必要となるデータマイニング技術に焦点を当てて、人工知能や統計学を専門とする研究組織の下で次世代データマイニングソフトウェアを開発することが目的となっています。具体的には、生命系データベース、Web・ライフログデータベースから得られる知見を生かし、そうしたデータベースからの知識や規則性の抽出を行うデータマイニングツールを伝統的な統計的方法と人工知能による高度推論エンジンを組み合わせて開発することで、新しい高度情報処理技術を創生することを目指します。現在の本部門には、14名の研究者が情報工学、認知科学、統計工学、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、図1の様な相互関係にて研究を推進しています。

## ターゲットデータベース



## 基礎理論

### 統計的・情報理論的データ解析

尾島 善一（統計理論）、森 俊介（時系列解析）、  
鈴木 知道（多変量解析）、佐藤 圭子（情報理論）、  
安井 清一（統計的推測）

## ソフトウェア開発

### 帰納的学習システム・データマイニングツールの開発

大和田 勇人（システム開発）、溝口 文雄（システム評価）、  
西山 裕之（プログラミング言語設計）、原田 拓（仮説探索アルゴリズム）、  
武田 正之（グリッドコンピューティング）、滝本 宗宏（性能解析）

図1 次世代データマイニング研究部門の研究者の相互関係

本研究部門は設立後1年しか経過していませんが、既に複数の研究成果物を発表しています。その中の一つとして、データマイニングの対象となるデータを収集するために「Li-Phone」(Life log using Phone)というプロジェクトを行っています。本プロ



## 大和田 勇人

真に役立つ情報技術として世界最高性能のデータマイニングツールを開発し、その有効性を世界に対して広くアピールしていくべく、情報学、統計学、バイオインフォマティクス、生命科学等の様々な専門家が結集して研究開発を行います。

## 研究内容

生命系データベース、ライフログといった大規模データから規則性や知識を抽出する

## 目的

データベースからの知識や規則性の抽出を行うデータマイニングツールを伝統的な統計的方法と人工知能による高度推論エンジンを組み合わせて開発することで、新しい高度情報処理技術を創生することを目指す

## 今後の展開

データマイニングツールの性能評価コンテストに参加して世界最高を目指すと同時に、現代の科学技術開発を支援する新しいツールを提供する

ジェクトは携帯電話を用いることで人間の行動履歴を収集することを目的としたプロジェクトです。人間の行動履歴のことをライフログ(Life Log)と言い、GPS等を用いて人間がいつ、どこに居たかを記録するような研究が数多く行われています。本研究では、スマートフォン携帯電話を情報収集デバイスとして用いることで、人間の位置情報だけでなく、誰と通話したか、どのウェブサイトを閲覧したか、メールを読んだか等、より人間の行動を詳細に収集できるようにしました。

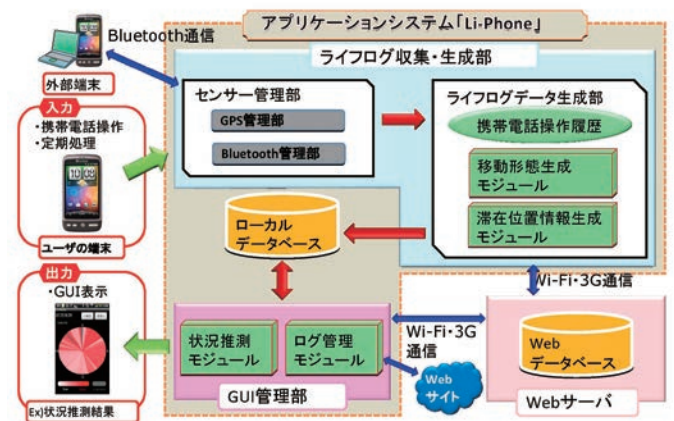


図2 Li-Phoneのシステム構成

Li-Phoneのシステム構成は図2のようになっています。本システムでは、携帯電話のGPS機能や通信機能を使いリアルタイムにユーザの位置の履歴を収集するとともに、携帯電話の操作（電話の発信・受信・通話、ウェブの閲覧など）の情報も行動の履歴として収集します。これにより、ユーザがいつ、どこにいたか、だけでなく、携帯電話に対して、いつ、どこで、何を行っていたかを自動的に収集することができるようになっています。本研究では10名以上の携帯電話のユーザに本システムを1か月以上使用してもらい、ライフログの収集実験を行いました。その結果、ユーザごとに過去の位置の履歴および行動の履歴を時間帯ごとに調査することで、ユーザが携帯電話をある程度決まった時間帯に利用していることがわかり、また、アンケートの結果、その時間帯が、比較的時間に余裕のある時間帯であることもわかりました。以上から、得られたライフログ情報を元に、図3の様に明日の忙しい時間帯を事前に把握することができるようになります。



図3 位置や行動の履歴集から特定の曜日や日にちの状況を予測可能。本予測は前日(2月9日)に実施しています。



# 山岳大気研究部門

miura@rs.kagu.tus.ac.jp

部門長 理学部第一部物理学科 准教授

三浦 和彦 | Kazuhiko Miura

地上からの影響を直接受けない高度約2000m以上の自由対流圏では、健康影響、物質循環、気候影響、大気電気の立場からさまざまな観測が行われています。山岳地域は、航空機観測やリモートセンシングに比べ、比較的安価に連続的に現場の観測ができるメリットがあります<sup>1)</sup>。山岳大気観測は、バックグラウンド大気のモニター、中国大陸からの長距離輸送、大気質の物理・化学特性雲過程、宇宙線、雷放電時に発生する放射線、電磁波、大気電場、大気伝導率など多岐に及んでいます<sup>2)-5)</sup>。国内では、富士山をはじめ、乗鞍岳、立山、木曾駒ヶ岳、榛名山、丹沢など多くの山で観測されています。

富士山頂は、日本最高の高さを持ち孤立峰であるという立地条件のほかに、測候所というインフラが整備されていることから、多くの観測が行われてきました<sup>3)-5)</sup>。しかし、気象衛星の発達などにより富士山頂での気象観測の必要性は低下したとの判断から1999年にレーダー観測が停止され、2004年に富士山測候所は無人工化されました。その後も、富士山頂での観測を必要と感じる研究者が集まり、富士山高所科学研究会<sup>6)</sup>を経て、2005年NPO法人「富士山測候所を活用する会」<sup>7)</sup>が設立され、2006年から夏季限定ですが、富士山頂で観測を行っています。

このような状況で、当部門を設立した理由は2つあります。

ひとつは、山岳大気研究の連絡会となることです。これまで個々の研究機関、プロジェクトがそれぞれの山岳地域(図1)で行ってきた成果を交換し、さまざまなノウハウを共有することにより、個々の研究の活性化を図るとともに、さらなる共同研究をすすめます。

もうひとつの理由は山岳大気観測のネットワーク化をめざすことです。ネットワーク化にあたり、測定器、測定法の標準化、データ公開の標準化、データ転送・遠隔操作の確立、自動化をめざします。山岳だけではなく、対照地点とし、各研究者の拠点である平地(図1)でも観測を行い比較します。さらに、NPO「富士山測候所を活用する会」と連携し、東アジア(台湾、韓国、中国など)、ユングフラウヨッホ(スイス)、マウナロア(ハワイ)など、グローバルなネットワークをめざします。



図1 観測場所(赤字:山岳地域、青字:平野部)



## 三浦 和彦

自由対流圏は人間活動の影響が少ないバックグラウンド大気といえます。自由対流圏に位置する山岳を自然の観測タワーに見立て、バックグラウンド大気汚染の監視・健康影響や、エアロゾルと雲の相互作用・気候への影響について研究します。広い分野の専門家が集まり2011年4月に設立しました。

## 研究内容

バックグラウンド大気汚染質の健康影響、気候影響について山岳を利用して研究します

## 目的

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、汚染質の長距離輸送、自由対流圏と大気境界層との混合、新粒子生成、雲生成の機構の解明を目的とします。また、山岳大気観測のネットワーク化をめざします

## 今後の展開

ネットワーク化のための測定法の標準化、データ公開の標準化を確立させ、新たな共同研究も始めたいと思います

本部門は、現在、表1に示す20名の部員と3名の外部評価委員で構成されています。メンバーが主に活動する観測場所を図1に示しました。また、メンバーの役割分担を図2に示しました。

表1 山岳大気研究部門のメンバー(2013年4月1日現在)

| 職名      | 氏名     | 所属                   | 専門      |
|---------|--------|----------------------|---------|
| 部門長・准教授 | 三浦 和彦  | 理学部第一部物理学科           | 大気物理学   |
| 教授      | 児島 紘   | 理工学部教養               | 環境放射線科学 |
| 教授      | 橋本 巖   | 理学部第一部物理学科           | 回折結晶学   |
| 講師      | 永野 勝裕  | 理工学部教養               | 環境放射線科学 |
| 講師      | 野島 雅   | 総合研究機構               | 分析化学    |
| 助教      | 浅野 比   | 山口東京理科大学工学部応用化学科     | 環境化学    |
| 助教      | 加藤 大樹  | 理学部第一部物理学科           | 表面物理学   |
| 客員教授    | 五十嵐 康人 | 気象研究所環境・応用気象研究部室長    | 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    | 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    | 藤田 慎一  | 電力中央研究所顧問            | 大気環境学   |
| 客員准教授   | 青木 一真  | 富山大学大学院理工学研究部准教授     | 大気物理学   |
| 客員准教授   | 長田 和雄  | 名古屋大学大学院環境科学研究科准教授   | 大気化学    |
| 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   | 兼保 直樹  | 産業総合研究所主任研究員         | 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   | 松本 篤   | 金沢大学環日本海域環境研究センター准教授 | 大気物理学   |
| 客員准教授   | 皆巳 幸也  | 石川県立大学生物資源環境学部准教授    | 大気化学    |
| 客員准教授   | 矢島 千秋  | 放射線医学総合研究所主任研究員      | 放射線防護学  |
| 客員研究員   | 鴨川 仁   | 東京学芸大学助教             | 大気電気学   |
| 外部評価委員  | 植松 光夫  | 東京大学大気海洋研究所教授        | 地球化学    |
| 外部評価委員  | 土器屋由紀子 | NPO法人富士山測候所を活用する会理事  | 大気化学    |
| 外部評価委員  | 畠山 史郎  | 東京農工大学農学部教授          | 大気化学    |



図2 役割分担

## 参考文献

- 1) 長田和雄:航空機と山岳大気観測から見た自由対流圏エアロゾル、エアロゾル研究、15(4)、335-342、2000
- 2) 土器屋由紀子他編著:「山の気象環境科学」、養賢堂、148-158、2001
- 3) 三浦和彦:富士山頂における大気電気、大気化学の観測、大気電気学会誌、2、6-10、2008
- 4) 五十嵐康人:富士山におけるエアロゾル観測とその課題、エアロゾル研究、24(2)、90-96、2009
- 5) 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
- 6) 富士山高所科学研究会:<http://fuji3776.net/index.html>
- 7) NPO法人富士山測候所を活用する会:<http://npofuji3776.net/>

# インテリジェントシステム 研究部門

hyogo@ee.noda.tus.ac.jp

部門長 理工学部電気電子情報工学科 教授

兵庫 明 | Akira Hyogo

## 研究内容

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

## 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

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)。

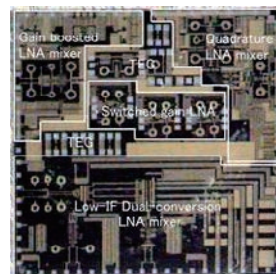


図1

## 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。



兵庫 明

当部門は、2011年4月より改組し、医療・宇宙応用を目指した形で新たに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。



# 長万部地域社会研究部門

tomoylab@rs.noda.tus.ac.jp

部門長 基礎工学部生物工学科 教授

友岡 康弘 | Yasuhiro Tomooka

## 研究内容

研究・教育を通じて長万部町の町づくりに貢献します

## 目的

長万部町の人口減少と少子高齢化は全寮教養教育にとっても大きな問題です。我々は町の主産業であるホタテ養殖が抱える諸問題等に積極的にに関わり、町づくり運動に参加し、健全な町の将来構築に貢献します

## 今後の展開

研究者間と長万部町(まちづくり関係者、町行政担当者、漁協関係者)との連携基盤を確立し、プロジェクトを展開します

基礎工学部が1学部2キャンパス制、しかも1年間北海道での全寮制という特異な形態で設立されて25年が経過しました。この間に大学を取り巻く社会環境は大きく変貌し、18歳人口の減少と新入生の多様化は大学の教育・研究活動に多大な影響をもたらしています。このような状況に対して長万部キャンパスでは全寮制教養教育の改善を重ね、その成果は社会から高く評価されるようになりました。

一方、全寮教養教育を実施している長万部町からは、キャンパス設立以来多大な援助とご協力を頂いてきました。この地で寮生活を過ごした多くの学生にとって長万部町は「第二の故郷」になっています。ところがこの30年間に町の人口は半減し、少子高齢化現象が進んでいます。このような現状に直面し、行政と町民有志の方々がその対策に乗り出しています。

長万部キャンパスの全寮教養教育の将来は健全な長万部町の永続が前提です。そこで本研究部門を立ち上げ、下記に説明しましたように、長万部町が抱える問題に積極的にに関わり、解決策を見いだすことを目指します。また同時にこの部門設立が町全体に刺激を与え、「誇りある町づくり」運動が高まり、その結果、少子高齢化に歯止めがかかることを期待します。

## 水産業・自然科学分野

### ホタテ貝基礎研究グループ

北海道は国内のホタテ貝の漁獲量(平成20年度31万トン)の90%以上のシェアを占めており、ホタテ養殖は長万部町的主要産業です。養殖技術は改良され、高品質のホタテ貝を生産していますが、近年では、各種の海産物の過剰な飼育による沿岸部の環境悪化による影響で、成熟不全や、稚貝の収率の低下が起きているのも事実です。

ホタテ貝を含む軟体動物の分子生物学的手法を用いた研究は、あまり進展していません。本グループでは、ホタテ貝の生殖、胚発生の機構に関して、分子レベルでの理解を深めることを目標とし、特にホタテ稚貝の発生・生育についての知見を拡充させ、ホタテ貝の生殖や発育に悪影響を与える機構を遺伝子のレベルでの解析を行います。また産業(商品価値)の観点から、貝柱を構成する筋の発生に特に注目します。

### ホタテ貝養殖関連問題グループ

ホタテ貝のウロ(中腸腺)は食用に適さず、カドミウム等の重金属が比較的高濃度に含有されており、年間3〜4万トンが廃棄されています。長万部町では平成11年にカドミウム除去プラントを建設しましたが、予定の性能を発揮しないため、稼働を断念しました。ウロ中のカドミウム除去は、ホタテ養殖の各市町村にとって大きな問題です。このような地域社会に共通する情報を集約し、地域社会に発信するハブ的な役割を担うことは重要な役割です。水銀や銀の除去に用いられた方法を応用して、新規のカドミウム除去法の開発を目指します。

養殖筏には海藻、ホヤや貝類などが付着し、その除去に大きな労力とコストを要します。しかし、筏素材の表面構造の改善により付着を防ぐことが可能であると考えます。またホタテ養殖では筏への「耳釣り」という方法が用いられますが、この方法ではホタテをプラスチック製のフックを通して筏につるします。しかし、このプラスチック製のフックは廃棄物としてのウロに残留し、検討されている飼料等へ応用困難になります。本グループでは材料工学の観点から、海水中で2年程度安定で、室温で容易に安価に分解可能な耳釣りフックの開発を検討します。

### ホタテ貝殻研究グループ

増え続ける貝殻処理対策として、従来のホタテ貝殻の再利用法は、貝殻を炭酸カルシウムの原料として利用するものが主です。しかし、その再利用コストは石灰岩由来のそれよりも高く、一般的に広く普及するまでには至っていません。本グループは、ホタテ貝殻の物理的・化学的微細構造の様々な分子・イオンに対する吸着特性を解析します。さらに、ミクロ、ナノレベルでの貝殻の構造と機能の解明、焼成処理などによるカルシウム化合物の改変、物理的・化学的な界面制御による高機能化などを行い、これらの高機能性材料の研究手法を貝殻に適用し、これまでにない貝殻の再利用、資源の有効活用の実現を目指します。

## 社会科学分野

本グループでは、長万部町の現状を社会科学的に分析し、町の「あらたなまちづくり」運動(みんなでつくろう「おしゃまんべ」=輝くふれあいの郷土、協働・教育のまち)と協調して研究を行い、長万部町—大学間の相互理解・情報交換の基盤を構築します。

町の人口は1980年には11,164人でしたが、2010年には6,429人まで減少しており、65才以上の割合が1980年には約10%、2010年には約35%にまで増加し、単なる人口減少だけではなく、急激な「高齢化」です。「長万部町第3次まちづくり総合計画」では2011年〜2020年における町づくりの方向性が議論され、2020年の「目標人口」を5,800人に設定しています。しかし、実現には様々な取り組みが必要であり、その安定的な将来人口として最適な数字が何であるか議論の必要があります。本グループでは、長万部町が最終的に目標とすべき人口、またその町の姿について考察し、達成するための方法を探ります。

町づくりには若い世代が不可欠です。長万部校舎の学生数約300の意義は年々大きくなっています。現在でも町の行事でのボランティア活動、小学生向け科学教室の講師、町の音楽団体との協演など、大学と町の交流は様々に行われていますが、更なる可能性を探ります。

さらに本グループでは、卒業生—大学—長万部町間を情報ネット化し、長万部町を第二の故郷と募る卒業生を「全国に展開する長万部町の人材」としての活用を目指します。基礎工学部はこれまでに1〜21期の卒業生約5,000名を輩出しており、彼らに町の現状を発信し、故郷への種々の貢献を促進します。

地域には、固有の歴史、文化、伝統が形成され、特徴ある自然環境や遺跡、建築物などは地域の貴重な財産です。それに加えて、祭礼や伝統的行事等も地域の重要な知的財産と考えられます。また産業部門における広義の知的財産と情報ネットワーク、行政・教育・医療機関等での知的資料の集積と専門的知識を有する職員が存在は、地域振興のための基盤的な知財といえます。近年、地域の自立的発展を目指して、シティマーケティングやシティプロモーションの概念が提案され、上記のような、地域固有の知財を的確に把握し、それらを前提に地域(町)の振興や売込みの方策を考案するのが合理的と考えられています。本研究では、長万部町の統計資料、文書資料、さらに聞き取り調査結果等により、町の知財の実情を定量的、定性的に把握することを試みます。

## 友岡 康弘

久しく私自身、大学の役割は教育と研究であると思っていました。しかし最近になって「社会貢献」も重要な役割であると認識しました。本部門は、教育・研究・地域社会貢献活動を長万部町と共に推進します。日本社会がさしかかった曲がり角「少子高齢化」をどう乗り越えていくか、大学力が試されているように思います。



# 先端情報通信研究部門

itami@te.noda.tus.ac.jp

部門長 基礎工学部電子応用工学科 教授

伊丹 誠 | Makoto Itami

## 研究内容

次世代近距離高速・高信頼無線通信技術の研究

## 目的

ICTにおける高度なサービスを実現するための基盤技術となる近距離高速・高信頼無線通信技術に関して、通信・ネットワーク・デバイス技術の分野で連携して研究を行い、フィジビリティの高いシステムの実現を目指します

## 今後の展開

通信システムを実現するために必要となる3つの分野で相互に連携して研究を行い要素技術の研究および実用的なシステムの提案を行っていきます

近年、携帯電話・無線LANなどに代表される無線通信技術の進歩は目覚ましく、100Mbpsを超える伝送速度が携帯電話などの移動通信環境で日常的に利用可能な状況になってきています。さらに、スマートフォン・タブレットなどの高機能汎用情報端末の急速な普及により、身近に無線通信を使用する機会が大幅に増えてきています。ユビキタスという言葉に代表されるように、今後一層無線通信技術は身近なものとなり、その重要性はますます大きくなっていくと考えられます。

本研究部門では、広範囲にわたる無線通信技術において今後その役割がさらに重要なものとなってくることが考えられる、近距離無線通信技術をターゲットにして研究を行っていきます。例えば、オフィスにおける情報機器・センサーデバイスなどのワイヤレス化の要求はより大きくなってきており、それらがシームレスに連携して情報交換が行えるような環境の実現が期待されています。その実現によって高度で快適なオフィス環境を実現するICT基盤の確立が期待されます。そのためには、近距離での高速・高信頼な通信技術の開発が必須です。近距離無線通信技術はオフィス環境、家電、医療、工場、ITS、物流など広範囲にわたる応用分野におけるICTの高度化のために必要となる基盤技術であり、高度なシステムの実現への要求は今後さらに大きくなるものと考えられます。

本研究部門は近距離高速無線通信技術を主要なターゲットとして、研究を行っていきます。近距離無線システムでは、携帯電話・無線LANなどのような長・中距離無線通信システムとは異なった性能要求が存在し、その実現のためには従来とは異なるアプローチを積極的に取り入れていく必要があります。また、近距離無線通信はアプリケーションと非常に密な関係があり、システムとしての研究・開発が必要となってきます。また、システムの早期実現性は世代交代の早い無線通信システムにおいては非常に重要です。そのため本研究部門では通信・信号処理技術の専門家に加えて、システム構築・実現のために必須となるネットワーク技術・デバイス技術の専門家が協力して研究を行い、高度でフィジビリティの高いシステムの実現を目指して研究を行っていきます。本研究部門は図1のように「通信方式・信号処理グループ」、「ネットワークグループ」、「ICTデバイスグループ」の3グループから構成されます。各グループではそれぞれの要素技術の研究を行います。さらに、各グループが連携してシステムとしての研究開発を行って行きます。

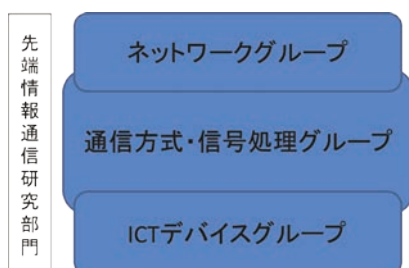


図1

各グループの研究内容は以下の通りです。

### 1. 通信方式・信号処理グループ

通信方式・信号処理グループでは近距離無線通信に適した通信方式・信号処理技術の研究を行います。近距離無線通信においては高速な伝送速度、非常に多くの通信デバイスの同時使用、通信の信頼性の保証、リアルタイム性の確保、省電力化など様々な課題が存在します。また、通信に使用可能な周波数帯域も限られており、その帯域内で上記の要求を満たす効率の良い通信方式の開発が必要となります。本研究部門では通信方式・信号処理の専門家が共同して、周波数利用効率が良く高速・高信頼な近距離無線通信技術の研究・開発を行います。基本となる技術としてUWB(Ultra Wide Band)、OFDM(Orthogonal Frequency Division Multiplexing)などを想定し、それらをさらに近距離通信に合わせて高度化するための信号処理技術・符号化技術などの研究を行います。また、近距離通信では使用できる周波数帯域の制約から、既存システムのアンダーレイとしての運用、ホワイトスペース内での利用などが想定されます。そのため、他の通信システムとの干渉を考慮したうえで、最適な性能が得られる方式の開発を行っていきます。また、新たに使用可能な周波数帯域を開拓することも検討課題の一つです。

### 2. ネットワークグループ

ネットワークグループでは多数の通信デバイスを効率よく接続するためのネットワーク技術の研究を行います。近距離無線通信においてはセンサーネットワークやRFIDなどの応用分野において、狭い範囲で非常に多くの通信デバイスが同時に使用される環境が想定されます。それらのデバイスを管理し、空間・時間における周波数利用効率を最適化するためには、効率の良いネットワークの実現が必須となります。そのため、ネットワークグループでは通信方式・信号処理グループと連携して、通信方式に適したネットワーク技術の開発を行います。また、種々のアプリケーションでネットワークをシームレスに利用するための技術、通信リソースの最適化利用技術、最適周波数利用効率・省電力化を実現するためのクロスレイヤーでの最適化などを検討します。

### 3. ICTデバイスグループ

ICTデバイスグループでは、通信システムを実現するために必須となるデバイス技術の研究を行います。近距離無線通信においては非常に多くのデバイスがモバイル環境で使用されることが想定されるため、デバイスの高速化と同時に小型化・省電力化が非常に重要な課題になります。実用的なデバイスの実現のためには、通信方式の開発とデバイス開発において両グループが相互にニーズとシーズを確認しながら研究を連携して行っていくことが重要であり、通信方式・信号処理グループと密に連携してシステムに最適なデバイスの開発を行っていきます。

以上のように通信方式・信号処理、ネットワーク、デバイスの3グループが協調して研究・開発を行うことによって、次世代近距離無線通信のための基盤技術の確立を行っていきます。また、国内・国際標準化への寄与も目指した研究を行うことも考えています。



伊丹 誠

近距離無線通信技術はオフィス・家電・医療・ITS・物流などにおけるICTの高度化のために果たす役割がますます大きくなってきており、その実現のためには要素技術の高度化だけでなく、システムとしての総合的な検討が必要です。本研究部門では通信・ネットワーク・デバイスの3分野で連携を行い、実現性の高いシステムの研究を行っていきます。



# 赤外自由電子レーザー 研究センター

fel-tus@rs.noda.tus.ac.jp

センター長 理学部第一部化学科 教授

築山 光一 | Koichi Tsukiyama

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装置の概略とアンジュレーターの構造を図1および2に示します。高周波電子銃より生成された電子ビームは、 $\alpha$ 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内(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1mm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)専用設計され、実用的な発振波長は4.5 ~ 10  $\mu\text{m}$ 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(図3参照)。

FEL-TUSの特性として、(1)中赤外領域(4.5~10  $\mu\text{m}$ )における周波数可変性、(2)パルス発振による高い光子密度、(3)完全な直線偏光性等が挙げられます。

- (1)ほとんどすべての化合物は中赤外領域に振動吸収帯を持つため、気相分子、生体関連分子、凝縮相や表面界面に存在する分子や分子集合体等あらゆる物質がFEL-TUSの研究対象となります。
- (2)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多光子吸収という現象が誘起されます。吸収した光子エネルギーの総和が化学結合のエネルギーを上回れば、その結合の切断(解離)が引き起こされる可能性があります。つまり高い光子密度によって分子の高い励起状態の生成が可能になり、熱反応では起こり得ない化学反応の開拓が期待されます。最近のトピックスとして、FELによ



築山 光一

FEL-TUSは中赤外領域における周波数可変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現在分子科学、材料科学、生命科学の基礎研究を最重要な研究課題として推進しているところです。当センターが分子科学の研究拠点としてさらに発展するよう、今後も努力していきます。

## 研究内容

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

## 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の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

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、 $\beta$ -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  $\mu\text{m}$ )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。

- (3)完全な直線偏光性を利用すれば、表面や界面に存在する分子内の結合がどの方向を向いているか、すなわち分子配向に関する情報を得ることができます。これは表面や界面に存在する分子のキャラクタリゼーションへの道を開きます。

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25年度からは継続して先端研究基盤共用・プラットフォーム形成事業に関わる補助金を受けています。本事業では、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目的としています。

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。

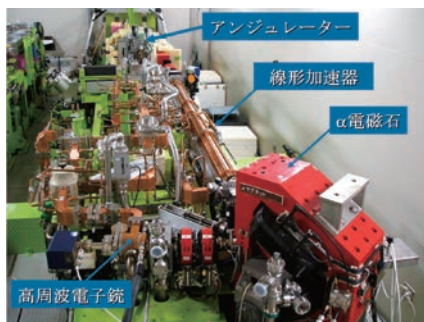


図1 赤外自由電子レーザー本体

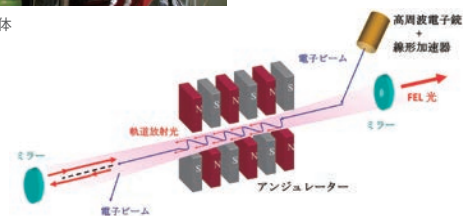


図2 アンジュレーターの構造

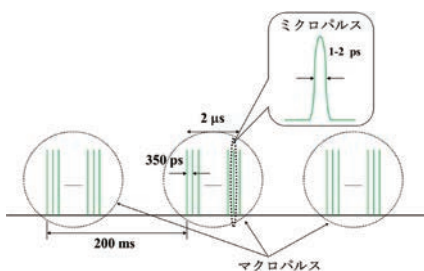


図3 赤外自由電子レーザーのパルス構造

# 先端ホログラフィ 技術研究開発センター

ymanabu@te.noda.tus.ac.jp

センター長 基礎工学部電子応用工学科 教授

山本 学 | Manabu Yamamoto

## ○ 研究内容

ホログラフィ技術による次世代記録媒体作製技術および四次元流体計測技術の開発

## ○ 目的

ホログラフィ技術を用いて大容量の次世代記録媒体 (ROM) の作製と、界面近傍の四次元流体技術の確立を行うことを目的とします

## ○ 今後の展開

大容量の次世代記録媒体 (ROM) と界面近傍の四次元流体技術とをホログラフィを用いて実現するために、シミュレーションや装置開発を一から行う

## ◆ センターとプロジェクトの概要

先端ホログラフィ技術研究開発センターにおけるプロジェクト名は、「ホログラフィ技術による次世代記録媒体作製技術および四次元流体計測技術の開発」となります。この概要は、ホログラフィによる記録媒体の作製、転写、記録・再生を行う「ホログラフィックメモリ構築グループ」と、四次元の流体計測を行う「ホログラフィ応用計測グループ」の2グループからなります。前者のグループでは、高精度なROM (Read Only Memory: 読み込みのみの記録媒体) の作製を目指して、ナノオーダーの形状創製が可能な電子ビーム露光法により原盤を作製し、これを樹脂へ転写することにより大量生産技術を確立することを目指します。後者のグループでは、界面付近での流体の流れを観察するために導波路ホログラムを用いた計測技術を開発することを目指します。これは、導波路にレーザーを入射させ垂直方向から他媒質へ漏れ出す光を用いたもので、界面の流体計測を可能にします。

## ◆ プロジェクトの背景と目的

ホログラフィが発明 (1947年) されてから長い年月が経ちますが、実用になっているもの、あるいは実際に使用可能な技術になっているものは少ない状況です。実用化されているものは、紙幣やクレジットカードの偽造防止の銀色のシールなど、数えるほどしかなく、一方、実用化はされていないが、ホログラム応用研究としては、三次元ディスプレイ、ヘッドマウントディスプレイ用光学素子、ホログラフィックメモリ、ホログラム計測技術などがあります。また、これら応用の研究者人口も世界的に見て、決して多いとは言えない状況であります。この原因は、ホログラムが位相情報を持っており、通常の光学デバイスの研究などに比べて難易度が高いためであります。しかし、ホログラム応用研究は難しいけれども、利用可能、実用化まで達成できれば、今までに無い強力な技術、デバイスとなり得ます。

以上の背景から、本プロジェクトの研究の目的は以下のようになります。

1. ホログラフィを用いたメモリ技術を実用可能なレベルまで引き上げること。特に本プロジェクトでは、光技術でのみ実現可能な大容量ROM媒体の作製技術を確立する。  
→ ホログラフィックメモリ作製技術の構築
2. ホログラフィ技術を用いて未解明の流体挙動を明確にすること。  
本プロジェクトでは、高精度な樹脂流動の解明を行うとともに、特に界面での流体の挙動を明らかにする。 → ホログラフィ応用流体計測技術の開発

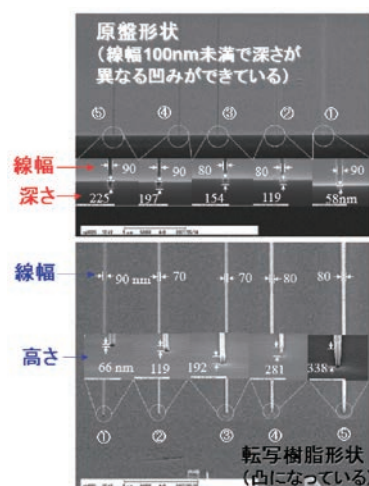
## ◆ ホログラフィックメモリ構築グループの概要

現在、大容量記録媒体のROMとしては、DVDやブルーレイディスクが使用されている。しかし、最近3Dテレビ、3D映画等が実用化され、さらなる記録密度向上が必要となってきている。これを可能にする技術として、ホログラフィックメモリがある。ROM

の場合、高密度化のためには微細加工技術が必要である。また、ROMの円盤上にパターン形成するためには、回転方向にパターンを作製する必要がある。ホログラフィの場合、情報量が多いため、パターンの線幅・高さともにナノオーダーの形状精度が必要となっている。上記のように回転方向にナノの精度でパターン幅、高さを制御した技術・装置は、現時点で確立されていない。本テーマでは、回転方向にナノパターンが作製できるように、真空中でディスクを回転させながら電子ビーム露光法でメモリROMを作製する。

ナノメートルオーダーの微細パターンの形成は、電子ビーム露光法により作製できる。下図の上の写真は、実際に電子ビーム露光法で作製した、100nm未満で深さが違うパターンの例である。このようにホログラフィックメモリに必要な、微細で深さを变化させた原盤作製技術は有しているが、これをディスク上に形成する技術と、転写による量産技術の開発が必要となる。そのため研究内容としては以下になる。

1. 記録用ホログラフィの生成とディスク上に書き込むパターンを計算
2. 真空中回転ステージと電子ビーム露光によりディスク上に溝を作製
3. 溝が作製されたディスクを樹脂に転写
4. 樹脂に転写されたパターンから、ホログラム再生を行い、動作確認



## ◆ ホログラフィ応用計測グループの概要

自然界や産業界で現れる流れや、それに伴う熱・物質の輸送現象は、空間的な広がりを持った渦構造に支配されることが多く、これらの流動を把握することは、物理的メカニズムの解明、数値予測モデルの開発、人為的な制御手法の構築などに極めて重要である。このような流体の流れを計測する方法として、流体の動きを妨げないような微小粒子を混ぜ、その粒子の挙動を画像で追う方法 (PIV: Particle Image Velocimetry) がある。しかし、この手法では、平面情報只得られるだけである。この問題点を解決したのが、ホログラフィを用いたPIV手法である。この手法によって、マイクロ領域の三次元の流体の流れを追うことに成功している。本研究ではホログラフィを用いて界面付近の計測技術を開発し、界面付近の挙動を計測する。

## ◆ おわりに

本センターでは、前身の次世代フォトニック応用研究部門から、オンリーワンの世界初のホログラフィ技術を開発してきた。センター化にともない、さらに難易度の高い技術の構築を目指すとともに、二つのグループが相互に連携してシナジー効果を持って研究を遂行してゆく。



### 山本 学

光技術は、21世紀の情報機器や計測に必要不可欠なものとなっています。今まで以上に高性能、高精度な光技術とするには、光の位相情報を活用するホログラフィ技術が最適です。本センターでは、ホログラフィを用いてオンリーワンの大容量次世代記録媒体 (ROM) と界面近傍の四次元流体計測技術の確立を目指してゆきます。



## 量子生命情報研究部門

watanabe@is.noda.tus.ac.jp

部門長 理工学部情報科学科 教授

大矢 雅則 | Masanori Ohya

## ● 研究内容

量子論から見る情報と生命の研究

## ● 目的

生命情報と量子情報の基本に立ち戻り、両分野の相関にターゲットを絞り新たな展開を目指す

## ● 今後の展開

生命情報と量子情報の相互乗り入れに真剣に取り組み、新たな“量子生命情報”とも言うべき分野の構築を目指します

生命情報と量子情報の原点に立ち戻り、多くの基礎的な問題を整理し、それらを解決するために2つの分野の相互乗り入れに真剣に取り組むために本研究グループを組織しています。生命情報と量子情報という現在大きく発展しつつある分野の基本に立ち戻り、それらの相関にターゲットを絞り両分野の新たな展開を目指す研究は世界でも類のないものと考えています。

ゲノムにおける4つの塩基からなる莫大な長さの列は生命の情報を記述しており、その解読、変化などは生命の発現・制御に関わっています。また、量子情報では、あらゆる“情報”を2つの量子状態の列により記述しそれを加工・伝達・制御する仕方を考えます。現在のコンピュータを用いると時間“T”で処理できる問題は、量子コンピュータでは“log T”で処理できると考えられますが、生体における情報の伝達や処理は量子情報におけるそれらよりはるかに速いでしょう。こうしたごく基本的な点から見ても、量子情報において構築されている数理の展開は、現在確立していない生命科学の数理の構築に役立つと考えますし、生命における情報の処理のメカニズムは量子情報の更なる発展に役立つと考えられます。

- (1) 現在までに様々な生物のゲノムが決定されています。しかし、その情報が如何に読みとられ、どう加工され、生命発現に関わっているかは、今のところ全く不明と言っていい状況です。こうした問題は情報の伝送・変化が生命の“形”に如何に関わるかという問いにつながる一面を持っています。そこでは、情報力学的取り扱いが有用であると考えられます。なお、ゲノムの塩基配列を1次構造と呼びますが、この1次構造に関わる問題では、いくつもの遺伝子の比較、あるいは、アミノ酸列の比較のための再配列化が必ず必要になります。ところが、比較する列の数が多くなると、この再配列化は非常に時間のかかるものとなります。そこで、その再配列化を、量子アルゴリズムで書く試みを行ってきました。また、エンタングルメントという考えを取り入れることによって再配列化の精度を飛躍的に高める手法を開発しました。今後、こうした研究を、HIVなどの生物の分類・変化の研究に役立て、病状変化をみる指標の導入などに繋げていくつもりです。さらに、ゲノムの塩基配列から生命情報をどのように読みとり、その情報をアミノ酸、タンパク質を介してどう発現するかといった生命情報の変化・制御のダイナミクスを、量子情報における情報伝送・処理の理論を下敷きにして説明します。
- (2) 量子力学の基礎であるハイゼンベルグの不確定性関係が成立すること、相転移現象や素粒子の生成・消滅の記述を可能にすること、などのためには、量子力学は無限次元のヒルベルト空間において記述されなければなりません。量子力学本来の特質を取り込むためには、無限次元のヒルベルト空間上で量子情報の理論を構成しなければなりません。こうした試みが完全にできあがっているのは、情報量を表す量子エントロピーの理論だけであり、未だ不完全な以下の問題があります。(a) 量子干渉などの量子力学特有の現象を記述する状態を量子エンタングルメント状態と呼びますが、量子状態がエンタングルメント状態であるかどうかを判定することは量子情報研究の様々な場面で必要になります。ヒルベルト空間の次元が $2 \times 2$ あるいは $2 \times 3$ の場合に対する判定方法は確立されていましたが、任意の量子状態に対する一般的な判定方法はありませんでした。この問題に対して、我々は、 $3 \times 3$ の場合において、これまで提案されていた部分クラスを包含するような新しい状態クラスを定義し、判定方法を与えることができました。(b) 量子論の基本原理解である無限次元ヒルベルト空間における情報通信(量子テレポーテーションなど)の数理を確立します。物性物理における相転移の理解に無限系が必要であるように、ゲノムの世界は物性物理の世界より圧倒的に大きい自由度を持っているので、ゲノムの物理的に精密な議論にも無限系が必要です。それ故、ゲノムにおける情報の変化・伝送の理解に、無限系における量子情報通信の数理が如何に役立つかを検討します。
- (3) 量子情報理論では、“0”と“1”を表す2つの信号を2つの量子状態で表し、情報の変化を量子系の力学で記述します。例えば量子計算では、論理演算はユニタリ力学で記述されます。しかし、現実の物理過程は散逸過程であり、ユニタリ過程

は理想過程にすぎません。従って、量子計算をユニタリ過程で事足りるとするのは理想化であり、量子コンピュータの実現には不十分であると考えられます。本部門における研究で、我々は散逸過程を考慮に入れた量子計算理論を構築しました。そして一般化量子チューリング機械を定式化し、それにより長年の問題であった“P=NP”問題を解決しました。またこの研究を基に、生命情報における問題に対する量子アルゴリズムの開発も行いました。例として、入力長さの多項式時間でアミノ酸のマルチプルアライメント問題を解決する効率的な量子アルゴリズムがあります。また最近では、ショアの素因数分解の量子アルゴリズムの論文(1994年)における、計算量の導出の証明における不完全な点を指摘しました。そこでは、計算量を多項式時間に減らすことができない場合があることが分かりました。さらに、それらの問題を解決する新しい量子アルゴリズムを開発し、それが多項式時間で行われることを示しました。

量子情報理論についての我々の研究に関連して、非可換代数を基にした新しい暗号を副産物的に発見しました。この暗号は、従来のものに比べ、速度が早く、計算が軽量で、しかもより安全であることが分かりました。我々は、この暗号がNISTの発行する統計テスト(U01-TEST)をすべてパスし、データ暗号化の速度がAESより速いことを示しました。

- (4) 3つの塩基に対応する各アミノ酸のある並びがタンパク質を指定しますが、そのとき問題となるのがタンパク質の立体構造です。この立体構造が作り出されるメカニズム(ホルディング)は、現在の方法(分子動力学など)では、計算量が莫大になりすぎ、超並列コンピュータを用いてもシミュレーションさえ行えません。そこで、量子アルゴリズムを用いて、現在のコンピュータでは困難とされているタンパク質等の立体構造形成シミュレーションを量子計算の原理を取り入れて実現しようと考えています。
- (5) 4つの塩基の莫大な長さの配列によって表現されるゲノムの情報が、2つの量子状態の列によって表されるそれよりはるかに複雑です。また、生命の情報伝送・処理の速度は、圧倒的な速さを持つ量子情報処理よりむしろ速いでしょう。そこで、量子情報よりはるかに複雑な生命における情報のメカニズムを量子情報の数理構造へ反映させることを試みます。
- (6) 生物学や心理学の実験において、通常の確率法則(total probability law)が破れていることが最近知られてきた。適応力学とリフティングの数理を基にして、このような破れを数学的に取り扱う方法を提案した。この新しい数学は、非コルモゴロフ確率論の一つであり、様々な現象を説明することに適応した新しい理論である。例えば、古典ベイズ推定を自然な方法で一般化し、コルモゴロフの確率論では説明できない、偏重されたベイズ推定(非ベイズ推定)の数学的取り扱いを見出した。さらに、認知心理学で議論されてきた非合理的な推定過程を数学的に説明することに成功した。また、大腸菌の代謝に関する実験データが、古典確率論における通常の確率法則を破ることを指摘し、そのような現象における非コルモゴロフの確率の計算法を提案した。ここで我々がここ数年間で得た主たる成果を以下に挙げておきます。
  - ① エンタングルメントという考えを取り入れることによって高精度のアライメント手法を開発した。
  - ② 各遺伝子上流のシスエレメントの分布を予測し、解析した。
  - ③ 非完全量子エンタングルメントに対する完全量子テレポーテーションの数理を確立した。
  - ④ 無限次元を含むヒルベルト空間におけるエンタングルメント状態の解析を行った。
  - ⑤ カオス尺度の数理的研究とその生命現象への応用。
  - ⑥ アルゴリズム論において大問題であるNP=P問題を、カオス量子アルゴリズムおよびAdaptive力学によって解決した。
  - ⑦ カオス量子アルゴリズムのゲノム整理化への適用。
  - ⑧ Shorの素因数分解の量子アルゴリズムについて不完全な点を指摘し、その問題を解決する新しい量子アルゴリズムを開発した。
  - ⑨ 非可換代数を基にした新しい暗号を開発し、その性能が従来のものより優れていることを示した。
  - ⑩ タンパク質折り畳みシミュレーションの高速化とFCANALの拡充。
  - ⑪ 遺伝子発現の網羅的解析と、細胞内シグナルネットワークの構築。
  - ⑫ タンパク質の折り畳み過程をシミュレーションする量子アルゴリズムの提案。
  - ⑬ “観る”ことを数理化した適応力学が生命と量子情報の融合に役立つことのいくつかがわかった。
  - ⑭ HIV-1、Influenza A virusなどにおける生体変異の解析に適応力学を応用した。
  - ⑮ 古典ベイズ推定を自然な方法で一般化し、コルモゴロフの確率論では説明できない、偏重されたベイズ推定(非ベイズ推定)の数学的取り扱いを見出した。
  - ⑯ 認知心理学で議論されてきた非合理的な推定過程を数学的に説明することに成功した。
  - ⑰ 大腸菌の代謝に関する実験データが、古典確率論における通常の確率法則を破ることを指摘し、そのような現象における非コルモゴロフの確率の計算法を提案した。

## 大矢 雅則

生命情報と量子情報という2つの一見異なる分野の相互乗り入れにより、基礎的な問題を解決することを第一目標とします。このこと自体、決して簡単なことではないのですが、こうした基礎的理解は、生命情報、量子情報といった新たな分野を真に“実用的”なものにするために大いに役立つものと確信しています。



# イメージングフロンティア 研究部門

asuda@rs.tus.ac.jp

部門長 理工学部物理学科 教授

須田 亮 | Akira Suda

## 研究内容

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

## 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、ライブイメージングのための革新的技術の創出を目指します

## 今後の展開

生体内の細胞や物質の挙動を生きたままの状態を観察する*in vivo*イメージングの高度化に向けて各種新技術の開発と実証に取り組みます

## 設立の経緯と趣意

イメージングは基礎科学および医療・産業への応用における21世紀のキーテクノロジーです。したがって、多様な専門領域をカバーする本学の特長を生かした分野融合により産み出される革新的なイメージング技術は大きな波及効果を持つことが期待できます。その意図のもとに、多分野の専門家の間で互いの研究活動を把握して共同研究を促進すること、および次世代の担い手である若手・学生の啓発を目指して2010年に発足した野田イメージングアライアンスを母体として、最先端のコア技術を開発する拠点となる本研究部門を立ち上げました。物理学、化学、工学系の研究者による技術開発と生命科学研究者による実証研究との間で緊密なフィードバックをかけることで、広い土台に立った深みのある新技術の創出を目指します。

## 研究内容

「百聞は一見にしかず」生命現象を捉え、解析する上でも、この格言は当てはまります。本部門では、生体内で今まさに生じている現象を捉える「*in vivo*イメージング」の革新的技術を異分野融合により開発し、最先端の生命科学・生物医学研究におけるブレークスルーを目指します。

### 1. *in vivo* FRETイメージングの高度化

蛍光エネルギー移動(FRET)を利用して、生体内の化学反応をイメージングすることが可能になりました(図1)。さらに*in vivo*の現象を的確に反映するように蛍光タンパク質の改良を進めます。また、超短パルスレーザーを使用した位相制御法を開発します。これにより、褪色を最小限に抑えつつ、褪色速度を揃えることで、安定したデータの取得が可能となる次世代FRETイメージングを確立します。この高度化したFRETイメージングを、脳内のカルシウム動態モニタリングやリド化合物の新規スクリーニングへ応用することを目指します。

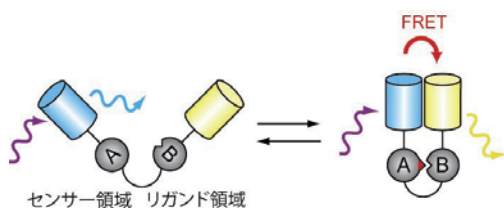


図1 FRETセンサーの動作機構

### 2. 近赤外*in vivo*イメージングシステムの開発

光散乱と生命現象へのダメージが少ない長波長領域の光をイメージングに活用することは世界的な潮流となりつつあります。さらに、波長1000 nmを超える波長領域(OTN-NIR)を使用したイメージングは生体深部の蛍光観察が可能で、自家

## 研究体制

新たなイメージング技術である*in vivo* FRETイメージングと近赤外*in vivo*イメージングを軸に、理学、工学の科学技術各分野の専門家と、生体非破壊イメージングを進める各種生物の生命科学の専門家とが密なコミュニケーションを図ることにより、ユーザーのディマンドに応える先進的なイメージング技術を創出するため、ユーザーとデザイナーの双方が混在するメンバーで部門を構成しています。また、部門メンバーからその母体となる部局のメンバーへ接続し、上記の基軸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。さらには総合研究機構の他の部門・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。部門メンバーは学外との交流や共同研究も活発なので、学外の研究者とワークショップや講習会を開催することにより、本学において「フロンティアイメージング」の拠点の形成を目指しています。

## 期待される成果と波及効果

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。本研究部門では、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最先端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、次世代*in vivo* FRETや近赤外*in vivo*蛍光イメージングなど、生命科学のいろいろな分野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。



須田 亮

可視光・近赤外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。



# 火災安全科学研究拠点

kasaianzen-ml@tusml.tus.ac.jp

拠点長 工学部第二部建築学科 教授

辻本 誠 | Makoto Tsujimoto

## 〇 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おります。

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ております。

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。

本拠点では主には、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おります。



## 📅 公募に関するスケジュール

公募は、原則として年一回とし、研究開始は年度初めとしております。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を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3月
- 成果概要の提出：4月中旬

## 📁 公募研究テーマ(採択例)

### A. 建築火災安全に関する基礎的研究

- 地震被害を被った鋼構造物の耐火性能
- 区画内での可燃物の燃焼性状のモデル化に関する研究
- 建物内部の空間延焼性状に関する実験的研究
- 天井流の厚み性状に関する研究

### B. 材料燃焼科学に関する基礎的研究

- 原子力発電所の火災安全対策のための火災荷重に関する基礎研究
- ポリスチレン/ケナフ/ノンハロゲン難燃剤からなる複合材料に関する研究

### C. 火災安全技術・対策に関する研究

- 火災及び煙存在下でテラヘルツ帯電磁波を用いたイメージング及び危険ガス検知の研究
- 施設の火災防護に関する安全対策の研究

### D. 消防防災に関する基礎的研究

### E. 大規模火災に関する基礎的研究

## 📅 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、12名の委員(学内6名、学外6名)により構成されております。

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(ワーキンググループ(WG))を設けることで、円滑な運営を図っております。公募課題選定委員会および各専門委員会の役割は右記の通りになります。

### ■ 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・不採択の審議を行っております。

### ■ 設備・機器管理委員会(WG)

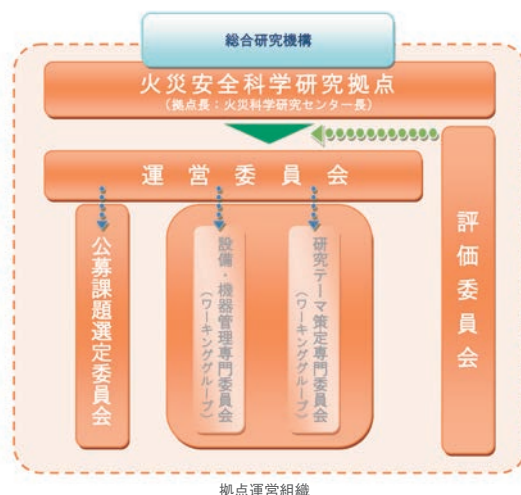
主に実大実験棟の利用計画の管理を行っています。その他、施設内の設備・機器の維持管理も行い、さらに、利用者に対して設備・機器の使用方法等の講習会や安全管理講習なども行うWGであります。

### ■ 研究テーマ策定委員会(WG)

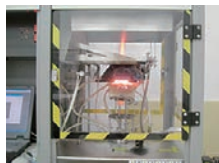
共同利用・共同研究として相応しく、かつ本拠点の目的や社会のニーズに見合った研究テーマを策定すべくテーマ・計画の立案を行うWGであります。

### ■ 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おります。



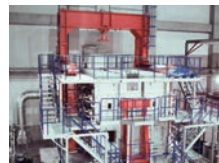
## 📁 使用可能施設・装置の例



コーンカロリメータ試験装置 (ISO5600)



中型複合炉



多目的水平載荷加熱試験装置



大型壁炉



燃焼熱量測定用フード(5×5m)



火災実験用実大区画 (散水設備対応)



ルームコーナー試験装置 (ISO9706)

FTIRガス分析装置 (ISO19702)  
発煙性試験装置

ICAL試験装置(放射パネル)

# 研究機器センター

idemoto@rs.noda.tus.ac.jp

センター長 理工学部工業化学科 教授

井手本 康 | Yasushi Idemoto

## ○ センター長の言葉

研究機器センターに移行して6年、改革が進められてきたが、まだこなしなければいけない課題もある。技術革新の推進役となる機器・装置は、先端研究には不可欠であり、大学の重要な研究資源である。研究機器センターの設置目的を達成し、本学の研究体制のいっそうの強化を図るために、研究機器センターではさらに先端機器の確保と効率的運用、有効運用の推進、学内研究者へのサービス向上等を進めて行く予定である。



## ◆ 設置の経緯と趣旨

技術革新の推進役となる測定機器・装置は、その進歩とともに著しく先端化、高性能化、大型化、一方で高価格化している。従って、各研究者が個別にこれに対応するのは困難であるため、これらを大学全体の研究資源として位置づけ、購入（導入）、利用、運用を共同で行う方が経済的かつ効率的である。

このような観点に立ち、本学では1967年学長の下に共同研究施設運営委員会が発足し、1985年からは各学部より選出された委員で構成される機器センター運営委員会に発展した。さらに、2005年11月東京理科大学総合研究機構が設置されるに伴い、本学の研究体制の抜本的強化を図るため、全学研究体制の一元化、研究施設・設備および装置の効率的な運用を実現し、全学の意志を反映した機器の管理運営や機器の選定並びに将来計画等を決定することを目的として、2006年10月機器センターの発展的改組により、総合研究機構技術部研究機器センターに生まれ変わった。

その目的を達成するために、研究機器センターではセンター長のもと研究機器センター運営委員会、同常任幹事会、および設備・装置ごとにおかれた運用責任者が、研究機器センター所管の各設備・装置の運用、整備、保守、管理および測定指導の各業務を行っている。研究機器センターへの移行に際し、学長のもとに設置された東京理科大学総合研究機構設置準備委員会において旧機器センターの現状と問題点が議論され、研究機器センターのあるべき姿が「東京理科大学総合研究機構研究機器センター設置について(答申)」としてまとめられた。この答申を受け、研究機器センター運営委員会では研究機器センターの改革について活発な議論がなされた。その結果、常任幹事会がワーキンググループとなり、研究機器センターの改革案を作成することが決定された。

## ◆ 研究機器センターの目的

常任幹事会では数回にわたり改善・改革の計画・実施の具体的方法について慎重かつ活発に議論し、研究機器センターとしての結論を「東京理科大学における研究環境の格段の強化に向けて(東京理科大学総合研究機構 研究機器センター改革報告書)」(2007年10月4日)としてまとめた。研究機器センターの達成すべき目的は概ね以下の8項目に集約される。

1. 本学研究体制の強化
2. 先端機器の確保と有効利用による研究環境の構築
3. 研究体制の一元化
4. 施設・設備・装置の効率的運用
5. 学内研究資源の効率的利用
6. 全学の意志を反映した機器の管理運営
7. 所管設備等の運用の管轄、整備、保守、管理
8. 全学的視野で、将来を見据えた戦略的機器の導入

## ◆ 研究機器センターの改革の推移と現状

この6年間で実施した改革と今後も引続き行うべき改革の概略を以下に示す。1～7は既に実施した項目であり、8は一部試験的に実施中である。そして9は今後さらに推進すべき項目である。

1. 研究機器センター規程の制定と改定
2. 研究機器センター細則の制定(設備分類基準の制定と管理台帳システムの構築)

3. 設備の登録・抹消・廃棄基準の制定
4. 終了研究センター所管設備の研究機器センターへの登録及び移管に関する取扱要項の制定
5. 研究機器センター予算の配分及び執行に関する取扱要項の制定
6. 保守契約の一元化による経費の有効利用
7. 諸書式の簡略化
8. 専門的な技術者による管理と院生の測定指導
9. 学内研究資源の有効活用

現在研究機器センターに登録されている装置の総数は99台(2013年6月現在)であり、上記2で述べた各管理形態の定義とそのカテゴリーに属する装置の内訳は以下の通りである。

- 集中管理設備(管理用タグC):登録台数 21台

高性能で、スループットが大きく、メンテナンスに特殊な技術を要する設備であり、共通性が高く、利用実績があることをその条件とする。原則として、全て共用とし保守契約を締結する。消耗品費は受益者負担とし、将来的には研究機器センター施設に設置し、研究機器センターが一元的に管理する。

- 共同管理設備(管理用タグS):登録台数 44台

高性能ではあるが、教育された大学院生でも操作可能な装置であり、共通性が高い設備であることをその条件とする。原則として全てを共用とするが、事情を考慮する。消耗品費は受益者負担とする。維持・管理費を配分するが、保守契約予算は配分しない。但し、必要に応じて修理費を補助する。将来可能ならば研究機器センター施設に設置し、研究機器センターが一元的に管理する。

- 分散管理設備(管理用タグD):登録台数 30台

学科または研究室に設置するほうが効率・効果的な設備であり、共通性は小さいが、研究遂行上必要性が大きいと運営委員会で認められた設備であることを条件とする。部分的に共用化する。原則として受益者負担とし、維持費を一部補助する。

- ユーティリティ関連設備(管理用タグUT):登録台数 4台

液体窒素等の供給設備をユーティリティ関連設備とし、500番台の登録番号で管理する。

また、各装置はその種類により、質量分析装置(MS)、(核)磁気共鳴装置(MR)、X線解析装置(XA)、蛍光X線分析装置(FX)、走査型電子顕微鏡(SM)、透過型電子顕微鏡(TM)、原子間力顕微鏡(AM)、レーザーシステム(LS)、分光光度計(SP)、その他1(分析設備等)(O1)、その他2(生体材料解析装置)(O2)、その他3(特殊な測定システム)(O3)の12種に分類され、それぞれに対応する管理用タグと登録番号で管理する。現登録装置の種類別内訳は下図の通りであり、生体材料解析装置、核磁気共鳴装置、分光光度計、質量分析装置が多数設置されており、X線解析装置、電子顕微鏡(走査型、透過型)がそれに続いている。これらの装置の詳細、設置場所、利用方法については「機器利用の手引き」および研究機器センターホームページに掲載してある。「機器利用の手引き」(平成24年度発行)は、機器利用の便宜を図るために全教員と関係事務部に配布している。

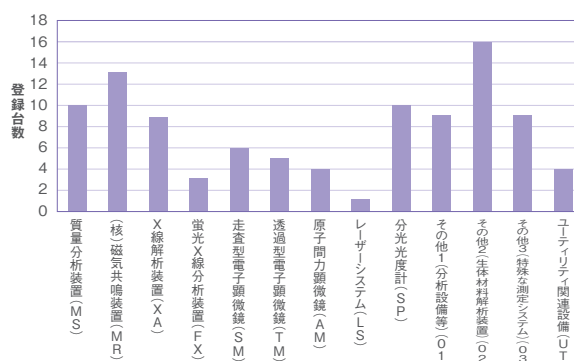


図. 研究機器センター登録装置の分類と登録台数(2013年6月現在)



本学では毎年各部局からの申請に基づき、特別設備予算で研究装置と研究設備が数件導入されているが、これらの機器は原則としてすべて研究機器センターに登録されることになっている。平成21年度からは研究機器センターも部局に準ずる形で申請が認められるようになった。これは当センターの目的のひとつ、「全学的視野で、将来を見据えた戦略的機器の導入」を実現するために設けられたものである。研究機器センターでは、平成21年度高周波プラズマ発光分析装置、平成22年度高速原子間力顕微鏡、平成23年度バイオ・イメージアナライザーを申請し採択された。平成24年度特別設備予算で導入され、平成25年度に研究機器センターに登録された機器は以下の2台であった。

1. マトリックス支援レーザー脱離イオン化飛行時間型 (MALDI-TOF) 質量分析計
2. 超伝導量子干渉型磁束計

このほか総合研究機構の各研究センターで保有している装置等は、研究センター設置期間終了後、原則として研究機器センターに移管登録することができると規定されている(東京理科大学における研究センター及び研究部門の設置並びに改廃に関する規程第7条第2項)。この規程に基づき平成25年度研究機器センターに移管された装置は、600MHz核磁気共鳴装置、小角X線回折装置、共焦点スペクトルアナライザー、走査型電子顕微鏡一式、分光エリプソメトリ、原子間力顕微鏡、DSC/TG-Massシステムの7件であった。今後、このような装置の登録は増加すると予想される。

## 研究機器センターの効率的な運営:現状と今後の展望

上で述べた研究機器センターの目的を達成する上で、最も重要なことは予算を効率的に使うことである。これまでに従来の予算執行方法を大きく変更し、保守契約の一括化・合理化を行い、予算の有効利用を達成しつつある。また、一部の機器・設備を対象に、運転員・専門技術者による管理・運営の合理化と大学院生の測定指導を行っている。これにより、より質の高い測定方法の修得と結果の取得が実現しつつあり、学内研究資源の効率的利用および同資源による大学院教育の支援(大学院生による先端研究施設・機器利用の促進)が可能になる。また、大学院生教育の試みとして各機器の講習会開催費用の一部を補助する制度を開設した。その結果、各講習会の開催案内を研究機器センターホームページ上に公開し、参加者を広く学内から募ることが定着しつつある。

さらに登録機器の運用をいっそう効率的にするために、ホームページを充実し、質量分析装置、元素分析装置については「依頼分析申込システム」をWEB上に構築した(下記URL参照)。これによりキャンパスを越えた機器の利用が可能になった。また、学内の機器の有効利用、活用のため、今年度から機器センターに登録されている機器すべてに対して、機器利用WEB予約システムを利用することとした。(下記URL参照)。さらに、各装置で行われている講習会をすべて研究機器センターホームページで周知することとした。

「機器利用の手引き」は好評であるが、すでに追加掲載すべき機器が多数発生しており、内容をさらに充実させて今後改訂する予定である。

一方、本学には研究機器センターに登録されていない、数百件の研究機器が備品として登録されている。教員の間にこれらの装置の情報や利用の可否を知りたいという強い要望があったが、研究機器センターではこの意見を尊重し、過去5年間に導入された500万円以上の装置に限って、その情報を収集しCENTISに公開した。学内研究資源の有効活用と共同研究等による研究の活性化にむけて、これを有効に利用していただきたい。

また、大学院教育支援の充実という観点から、機器分析講演会や講習会等の教育プログラムの開発、専門技術者による測定指導の充実等は是非実現したい案件である。

毎年導入される新規登録機器、年々増加する終了研究センター移管機器の増加等解決すべき問題は山積しているが、利用状況(稼働率)のモニタリングにより装置及び運用方法問題点を発見し、利用研究室数のモニタリングにより装置の共通性を判断し、利用実績における運用研究室占有率のモニタリングにより装置の共通性を判断し、そして、利用年数のモニタリングにより登録抹消の勧告、装置の更新を行い、学内研究資源のさらなる効率的利用を行っていく。さらに、学外公開による社会貢献(先端研究施設・機器の学外共有化、産学官連携の強化)の促進、全学的視野で将来を見据えた戦略的先端機器の導入等を積極的に推進し、本学の研究環境をさらに整備して行くことは、研究体制の抜本的強化を図るために設置された当研究機器センターに課せられた命題であろう。したがって、今年度、野田キャンパス総合研究機構棟の1階部分に設置される研究機器センター分析室はこれらの問題を解決する大きなきかけになるものと期待する。

- 研究機器センターホームページ  
<http://www.tus.ac.jp/labo/kiki/>
- 研究機器センター依頼分析申込システム  
<http://www.frcam-fw.tus.ac.jp/>
- 研究機器センター登録機器利用予約システム  
<http://www.rec.tus.ac.jp/cgi-bin/cbag/ag.cgi>



▲粉末X線回折装置(登録番号 1058)



◀ 高分解能核磁気共鳴装置(登録番号 1073)



フーリエ変換高分解能精密質量分析計  
(登録番号 1077) ▶



透過型電子顕微鏡(登録番号 1103) ▶

## 光科学研究～情報交換の場として



## 光科学研究懇談会

研究推進室 教授

並河 一道 | Kazumichi Namikawa

## 1 懇談会設立の趣旨と活動

光科学研究懇談会は、総合研究機構長福山秀敏先生の発案で、本学における光科学研究の一層の発展を推進する目的で設立された任意団体です。同機構研究推進室の並河が世話人をさせていただいております。

レーザー科学や放射光科学の利用者にとっては光源の開発や測定法の開発は極めて重要な意味を持っています。これらの発展によって展開できる研究対象が広がり、新しい研究領域が開拓され、自然に対する知見が一層深化できるようになるからです。汎用光源を用いた確立された測定法によって行われている研究についても、新しい光源と新しい測定法を導入することによって研究の新しい発展を期待することができます。また、既存の装置の利用の創意・工夫による研究内容の深化・発展も重要です。このような展開は研究者間の交流を契機として推進される場合が多いと思います。

このような観点から見れば、本学に光科学に関する懇談会を設けて光科学研究者間の交流を図り情報交換を行う意義が認められます。光科学に関する懇談会では光科学研究者間の協力の必要性を探り、共同研究に向けたグループの在り方・形態・備えるべき条件なども議論し、共同研究の可能性も検討していきたいと考えております。

懇談会の設立に先立って、本学において広い意味の光科学に関係があると思える教授・准教授の先生方を対象に、光科学に関するアンケートを実施し、それに基づいて光科学研究の懇談会を平成24年度に立ち上げました。

平成24年4月に第1回懇談会を行い、20名程度の先生方が出席されました。そこでは、自己紹介を兼ねて、ご自分の研究をそれぞれ紹介していただきました。

その後、第1回懇談会に出席された先生方に、光科学研究懇談会の会員としてお誘いしたい先生方を助教の先生方を含めて紹介していただき、現在、懇談会には教授・准教授・助教の先生方45名の会員がおります。

また、本学の研究戦略体制の一環として本年度から発足した「領域専門部会」に向けて昨年9月に拡大領域ワークショップが開催されましたが、光科学研究懇談会も活動の一環としてこのワークショップに参加し、光科学に関する議論の活性化に貢献いたしました。

平成25年3月には、本学における赤外線の利用の現状と赤外線自由電子レーザーの利用に関する要望を探ることを目的に、第2回懇談会を開催しました。懇談会に先立って、懇談会会員を対象に赤外線の利用に関するアンケートを行い、今後積極的に赤外線を利用する可能性があると回答いただいた先生方に、赤外線利用の現状と今後の予定についてお話しいただきました。ついで、赤外線自由電子レーザーセンター側から、本学の中赤外線自由電子レーザー光源の現状と光の特性および共同利用について説明いただきました。その後、本学の赤外線自由電子レーザーの利用について、学外の遠赤外線からテラヘルツ光の利用の可能性も含めて懇談を行いました。

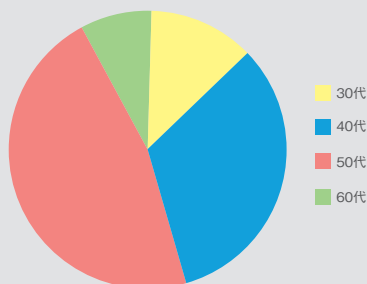
## 2 懇談会会員の分布

本学の光科学の動向を把握するため、光科学に関係すると思われる教授・准教授を対象に行った、先の光科学研究に関するアンケートには多数の方々のご協力を得ることができました。アンケートの依頼者73名、回答者37名、その中で光を使わないと回答のあった者は4名で、有効アンケートは33名でした。メールアドレスの間違いでアンケートの依頼が届いていない方も、また、依頼のリストに入っていない先生もおられたようですが、調査の目的に限れば、これで十分だと判断しております。

アンケートから見た本学の光科学に関わる研究者の年代分布は第1図のようになります。教授・准教授では40代と50代が主要な勢力であることが分かりました。

この図には助教が計上されていないので、必ずしも光科学の研究者に20代の若年層が少ないと言うわけではないのですが、若年層になる程光科学の研究者が少なくなっていくのはどのように解釈するべきでしょうかと考えているところです。単純に、母集団における年齢構成を反映しているならば懇談会の問題ではないのですが、これが、光科学の有用性や魅力に関係あるとすれば、われわれの問題でしょう。

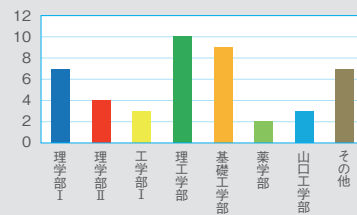
また、現在の教授・准教授・助教からなる45名の懇談会会員の所属する学部は第2図のようになり、理工学部と基礎工学部に半数の会員が所属していることが分かります。また、野田キャンパスと葛飾キャンパスに多くの会員が集中しておられるこ



第1図 本学の光科学研究者の年代構成

とも分かります。

これらの懇談会会員にとって、野田キャンパスの総合研究機構内に集約される研究機器センターの光科学機器の有効活用は大いに期待されるところです。このような共用機器の利用についても懇談会で議論する機会を設けたいと考えております。



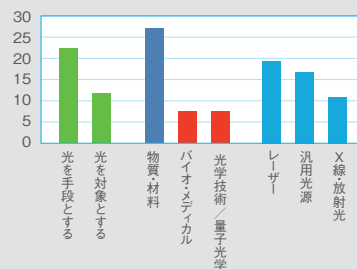
第2図 現在の懇談会会員の所属

## 3 本学の光科学研究の特徴

本学の光科学研究は、第3図に示すように、光を測定手段として、物質・材料を研究対象とするものが主流です。測定手法に関してはおよそ3分の2が分光的手法でした。イメージングの手法を用いる方も多いようですが、単なる照射を目的にしておられる方は余りいないようです。

測定に利用されている光源は、第3図のように、ハロゲンランプやキセノンランプのような汎用光源とレーザー光源が同程度であり、波長領域は、紫外から・可視・赤外にわたっております。また、放射光の利用者はそれ程多くはありません。

本学の光科学研究のスタイルは、どちらかといえば、素姓のよく知られた信頼性の高い光源を用いて、周知の確立された手法によって、興味の対象である物質・材料の研究を行うというようなものです。新しく開発された光源を利用して、新しい測定法を導入して、これまでにない物質の新しい性質をえぐりだすような研究は余り試みられていないようです。理由は、いくつかあると思いますが、1つ目は、物質・材料そのものに興味があることで、物質の作成・物質の性質の追及などの側面に関心があることのようにです。2つ目は修士の学生を多数かかえていて、比較的短い期間で成果を求められていることのようにです。この辺の事情が国研や附置研と異なるところです。



第3図 光科学の研究対象と手法の分布

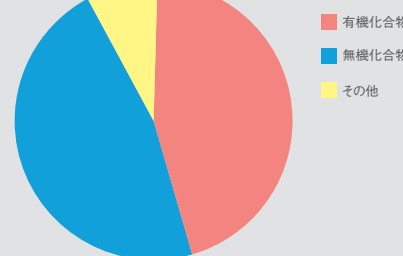
## 4 物質・材料の研究対象

光科学研究懇談会の会員の研究対象は、第3図からバイオ・メディカルに比べて物質・材料が圧倒的に多くなっていることが分かります。物質・材料研究では、第4図のように、有機化合物と無機化合物の研究が、それぞれ半数を占めております。

物質・材料を研究対象とする会員のこの傾向は、光科学研究懇談会の会員のおよそ3分の1の会員が応用化学や工業化学などに所属する化学系の研究者であることを反映しているように思われます。

材料研究では、表面・界面特性を利用したり薄膜・微粒子特性を利用したりして機能性材料等を開発している研究者が材料の生成や評価に光を利用している例が多く見受けられます。

また、光エネルギー変換材料や光触媒反応材料など光そのものの利用を目的として行う材料の研究もあり、光の照射によって材料特性の改善や材料そのものの改変を目的として行う材料そのものの研究も多数見受けられます。



第4図 物質・材料の研究対象の内訳

## 5 今後の展開

これまでの光科学研究懇談会の活動を通して、上に述べたように本学の光科学研究の特徴が見えてきました。今後の光科学研究懇談会の活動を展開することで、新しい手法の導入や新しい光源の利用を促進して、それぞれの光科学の研究を更に発展させることができると思います。

今後の光科学研究懇談会の役割の1つに、研究機器センターの学内共用の光計測機器や、赤外線自由電子レーザーセンターの中赤外線レーザーの利用について、光科学研究者間の交流を図り利用情報の交換を行うことが挙げられます。また、放射光やX線自由電子レーザー、あるいは大強度レーザーのような学外施設の利用の契機も研究者間の交流・情報交換を通して訪れるものです。本光科学研究懇談会がこのような役割を担うことを期待できます。また、このような交流・情報交換が進展して、学外の大規模共用施設の利用についても協力が行われ、専門領域を越えて共同研究が実現することも期待できます。光科学に関する懇談会が発展して、本学に光科学に関する研究拠点が形成され、拠点の活動を通して新しい光源の開発や新しい測定法の開発が行われるようになれば、本学における光科学の研究の広範な発展に貢献できるようになると思われます。



## 生命医科学研究所の研究グループと連携



### ヒト疾患モデル研究センター

センター長 生命医科学研究所 教授  
岩倉 洋一郎 | Yoichiro Iwakura

#### ○ 研究内容

疾患関連遺伝子の遺伝子改変マウスの作製による遺伝子機能の解析と新規治療法の開発

#### ○ 目的

自己免疫疾患やアレルギー、生活習慣病、神経疾患、老化、癌、歯や毛髪の変失などに関与する遺伝子を同定し、遺伝子改変マウスの作製により機能を解析することによって、これらの疾病の克服を目指す

#### ○ 今後の展開

遺伝子改変マウスを軸に、野田地区の生命科学研究者を結集した領域横断的研究組織を立ち上げるにより、疾病の理解と新規治療法の開発を実現する

#### ○ センター長からのコメント

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於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。

## 1 研究目的

多くの病気は遺伝子の働きの異常によって引き起こされることが最近分かってきました。例えば、細胞増殖に関係する遺伝子の異常は癌を引き起こし、サイトカインとよばれる免疫系を調節する遺伝子の異常は関節リウマチや乾癬のような自己免疫疾患を引き起こします。このような病気の発症に関与する遺伝子を同定することができれば、これらの遺伝子、あるいはその産物を標的とするような治療法を開発することが可能となります。ところで、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。本研究計画では、生命医科学研究所を中心に薬学部、理工学部、総合研究機構など、野田地区に展開する生物・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、歯や毛髪の変失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、これらの遺伝子の機能と相互関係を明らかにして発症病理を解明すると共に、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。

## 2 本研究部門の役割、意義

個体レベルでの遺伝子改変技術が開発されてから30年が経過した今日、遺伝子改変マウスを用いた報告は、医学・生物学分野における代表的な国際誌であるCellやNature Medicine誌の1/3～2/3を占めており、こうしたアプローチが現代の医学・生物学研究において如何に重要であるかを物語っております。また、日本学術会議によっても、遺伝子改変マウスを用いた創薬研究は我が国に於いて今後推進すべき大型研究の一つとして取り上げられております。本学野田地区には免疫、脳・神経、発生、老化、代謝、再生医療などの研究を行っている多彩な研究者が集まっております。本研究計画では、遺伝子改変マウスの作製や様々な動物実験

を可能にする本研究センターを設立することにより、これらの研究者を領域横断的に集合・連携することで、それぞれの研究を格段に発展・加速させることを目指します。高齢化社会を迎えた現在、国民の安全・安心を脅かす自己免疫やアレルギー性疾患、癌、生活習慣病、うつ、アルツハイマー病などの克服は大きな社会的課題となっております。本研究センターの設立とここで集積された知財は、これら難治性疾患に対する新規治療法の開発への足がかりとなり、それを通じて、国民の医療、福祉の向上に大きく貢献することが期待されます。

## 3 研究計画・研究体制

生命医科学研究所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。

### 1. 免疫疾患研究グループ

岩倉、久保、北村、小川、中野、小園(生命医科研)

炎症性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の作製と機能解析に基づき、自己免疫やアレルギーに対する新規治療薬、機能性食品の開発を目指します。

### 2. 器官再生研究グループ

辻(総研機構)、斎藤(東北大・医)、後飯塚(生命医科研)、和田(理工学)

歯や毛の発生、再生に関与する遺伝子や、加齢による胸腺変化や脾臓の形成・維持に関与する遺伝子の改変マウスを作製し、これらの遺伝子の機能解析を行うと共に、再生治療への応用を目指します。

### 3. 精神・神経疾患研究グループ

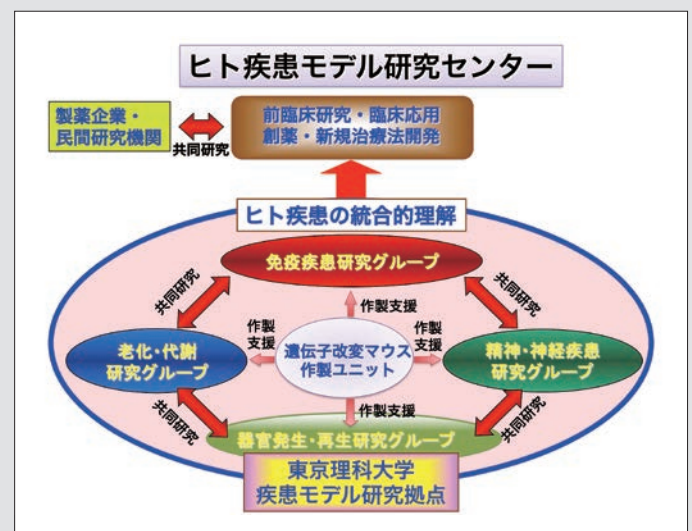
古市(理工学)、中村(生命医科研)

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。

### 4. 老化・代謝疾患研究グループ

樋上(薬学)、水田(生命医科研)

老化、エネルギー代謝、酸化ストレスに関与する遺伝子の探索を行い、これらの遺伝子を改変したマウスを作製することにより機能解析を行い、その知見をもとに老化予防、治療法の開発を目指します。



## ◆ 総合研究機構沿革

### 1980～1989

|           |                                                                                                                                                     |
|-----------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1981.1.22 | 総合研究所発足<br>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                                                                                                             |
| 1982      | 破壊力学部門開設 全5部門                                                                                                                                       |
| 1983      | バイオシステム部門開設 全6部門                                                                                                                                    |
| 1987      | 生命科学部門発足 全7部門                                                                                                                                       |
| 1988      | <ul style="list-style-type: none"> <li>●固体物性研究部門、破壊力学研究部門を解消</li> <li>●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</li> <li>●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</li> </ul> |
| 1989      | 生命科学研究所創設                                                                                                                                           |

### 歴代の長

高木 啓次郎 (1981-1982)  
丸安 隆和 (1982-1985)  
鶴田 禎二 (1985-1990)

### 1990～1999

|      |                                  |
|------|----------------------------------|
| 1990 | 静電気研究部門開設 全8部門<br>野田地区に研究スペースを確保 |
| 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          |

向山 光昭 (1990-2001)

### 2000～2009

|           |                                                           |
|-----------|-----------------------------------------------------------|
| 2003.4    | DDS研究部門が学術研究高度化推進事業に採択                                    |
| 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)」                              |
| 2005.4    | 「東京理科大学総合研究機構設立の提案<br>(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・ひと・21」開催                            |
| 2007.4    | 赤外自由電子レーザー研究センターが<br>先端研究施設共用イノベーション創出事業に採択               |
| 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<br>「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<br>「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    | 第4回総合研究機構フォーラム「Only in TUSを目指して」開催<br>News Letter「RIST」初刊 |

石井 忠浩 (2001-2004)  
二瓶 好正 (2004-2007)

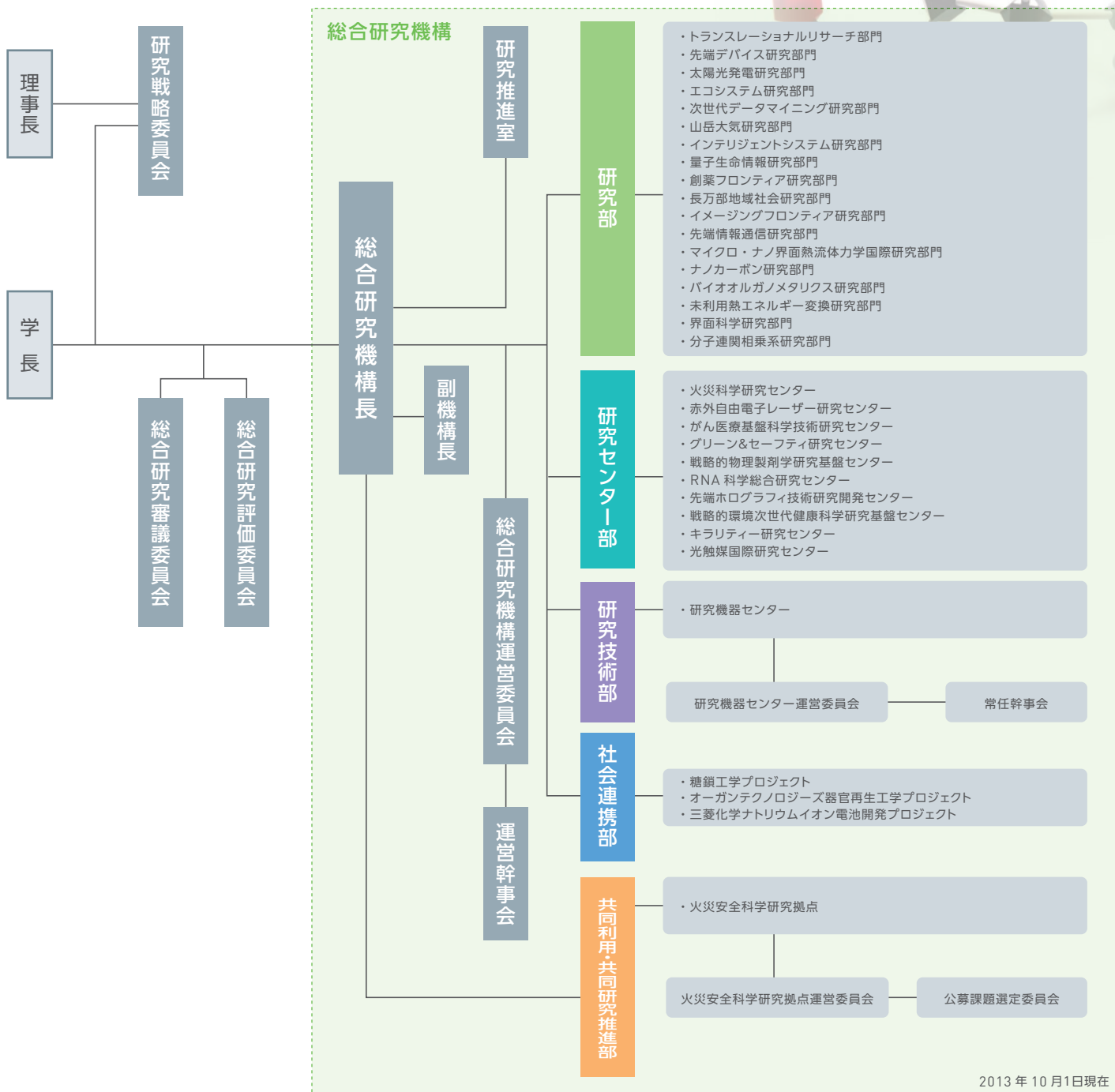
福山 秀敏 (2007～現在)

### 2010～

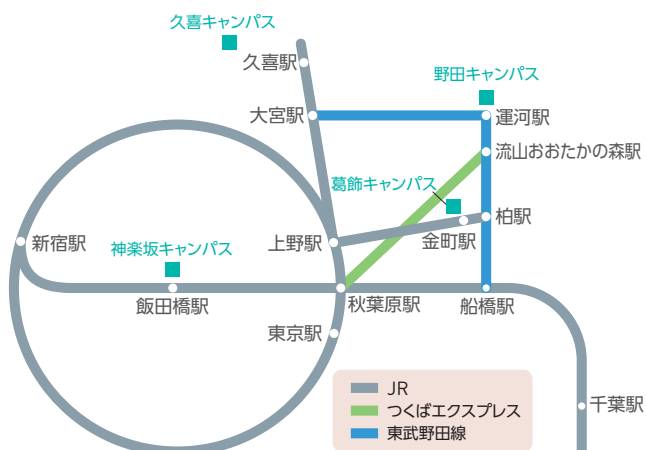
|           |                                                      |
|-----------|------------------------------------------------------|
| 2010.4    | 「領域」の導入<br>火災科学研究センターグローバルCOEプログラムにより国際火災科学研究科を新設    |
| 2010.8    | 第5回総合研究機構フォーラム「Only in TUSを目指して」開催                   |
| 2011.11   | 第6回総合研究機構フォーラム「Only in TUSを目指して」開催                   |
| 2012.11   | 第7回総合研究機構フォーラム「Only in TUSを目指して」開催                   |
| 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             |
| 2013.10現在 | 10研究センター 18研究部門 3社会連携プロジェクト、<br>共同利用・共同研究拠点、研究機器センター |



## 総合研究機構組織図



## 交通アクセス



### 【野田キャンパス】

アクセス 東武野田線「運河駅」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)運河駅まで[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)運河駅まで[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)運河駅まで[約49分]

#### 上野駅から

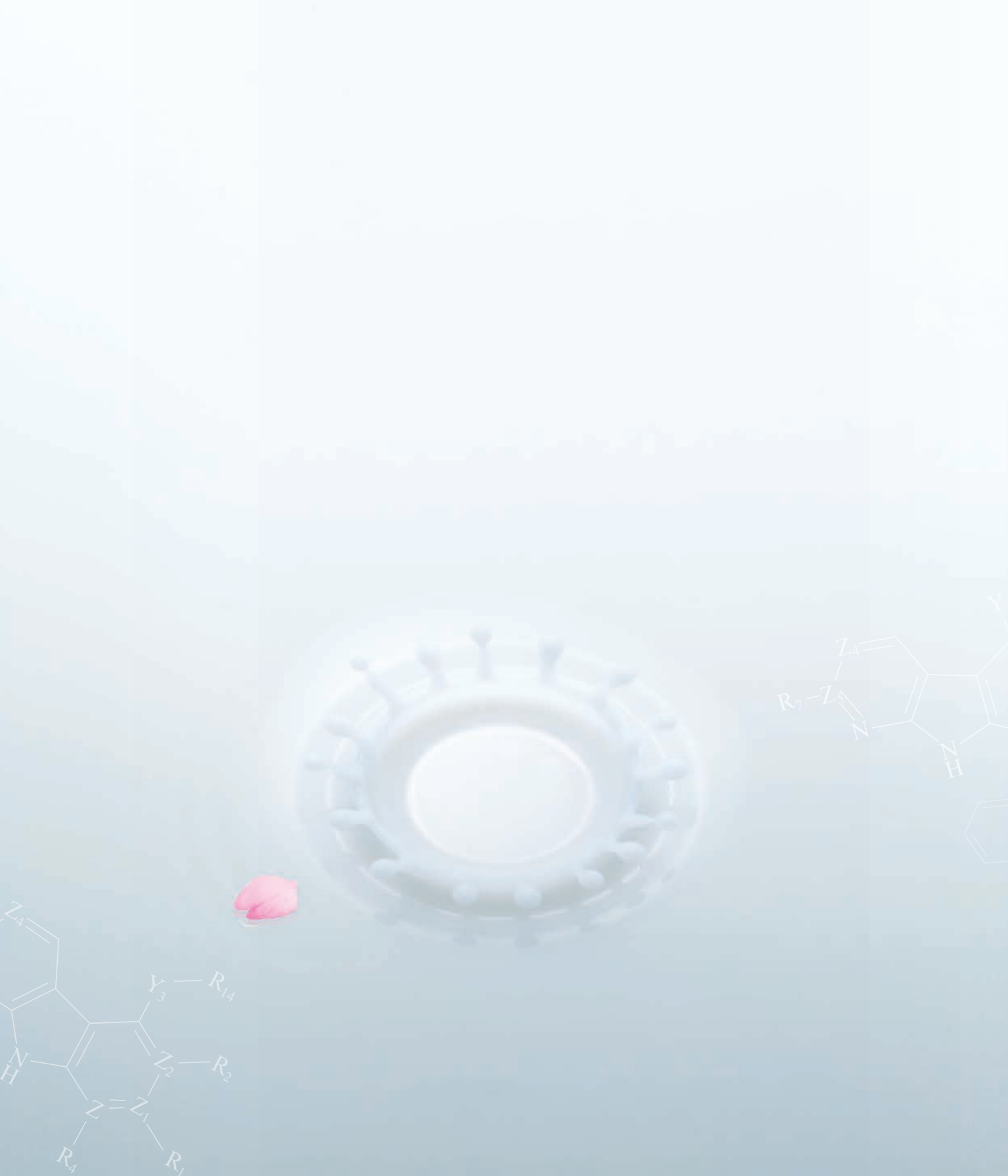
JR常磐線快速…柏駅乗換え→(東武野田線)運河駅まで[約43分]

#### 千葉駅から

JR総武線…船橋駅乗換え→(東武野田線)運河駅まで[約60分]

#### 大宮駅から

東武野田線…運河駅まで[約60分]



東京理科大学

研究戦略・推進部 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] <http://www.tus.ac.jp/rist/>

■葛飾キャンパス 東京都葛飾区新宿6-3-1

■神楽坂キャンパス 東京都新宿区神楽坂1-3

■久喜キャンパス 埼玉県久喜市下清久500

Tokyo University of Science

