

# CAT

Center for Advanced Technology

青山学院大学  
理工学部附置先端技術  
研究開発センター



先端技術研究開発センター Center for Advanced Technology

## 所長あいさつ 先端技術研究開発センター所長 北野 晴久



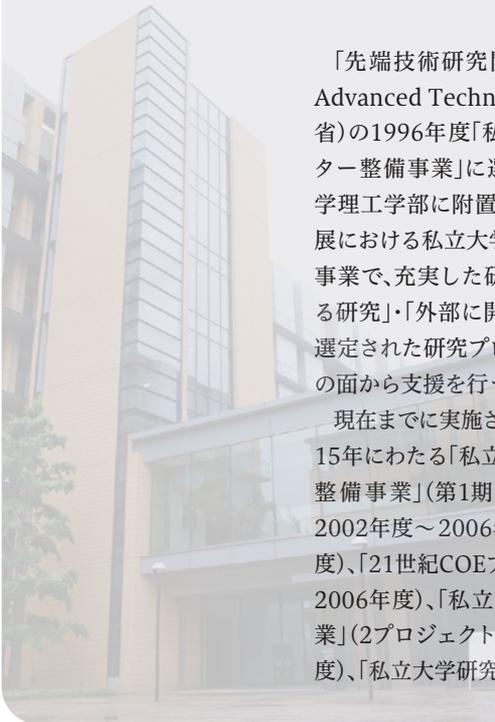
「先端技術研究開発センター / CAT (Center for Advanced Technology)」は、文部科学省(旧文部省)の1996年度「私立大学ハイテク・リサーチ・センター整備事業」に選定され、1998年度、青山学院大学理工学部に附置されました。これは科学技術の発展における私立大学の重要性の認識から創設された事業で、充実した研究施設のもと、「世界をリードする研究」・「外部に開かれた研究」を基本理念として、選定された研究プロジェクトに対してハードとソフトの面から支援を行うものです。

現在までに実施された大規模プロジェクトには、3期15年にわたる「私立大学ハイテク・リサーチ・センター整備事業」(第1期:1997年度～2001年度、第2期:2002年度～2006年度、第3期:2007年度～2011年度)、「21世紀COEプログラム」研究拠点(2002年度～2006年度)、「私立大学戦略的研究基盤形成支援事業」(2プロジェクトが同時採択:2013年度～2017年度)、「私立大学研究ブランディング事業」(2016年度～

2020年度)があり、この他にも外部資金による1期最長3年のプロジェクト(2002年度から合計13件を選定)を数多く実施してきました。2021年度においては、CAT研究プロジェクト選考委員会で審査され、選定された23件の研究プロジェクトが推進されています。

この様に理工学部における研究プロジェクト拠点としてのCATの存在意義は非常に高く、実施された研究プロジェクトは数多くの世界的研究成果を輩出し、高い評価を受けています。

CATは、2003年度の相模原キャンパス開学以降、K棟内の8つの実験研究室(その内2つはクリーンルーム仕様)と共用クリーンルームで構成されています。相模原キャンパスの開学時に設置された理工学部附置機器分析センターと共に相模原キャンパスを代表する研究開発拠点として、CATは今後も一層重要な役割を果たしていくと考えています。

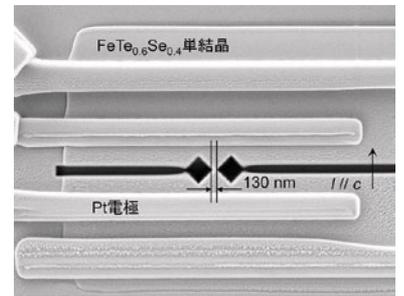


### 層状超伝導物質の新奇物性探索と新機能創成

代表者 ● 北野 晴久 物理科学科 教授 分担者 ● 孫 悦 物理科学科 助教

量子コンピューターや量子技術応用への社会的関心が高まり、超伝導デバイスの高集積化に向けた様々な技術課題が議論されている。しかしながら、絶対零度に近い極低温下で動作する現在の超伝導量子ビットや超伝導センサーは、様々な超伝導物質が示す豊かな物性を十分に活かし切れていないという意味で未だ発展途上にある。本プロジェクトでは、銅酸化物系や鉄系高温超伝導体に共通する層状の結晶構造に着目し、その特異な超伝導特性が最大限に活かせる純良単結晶から、我々が得意とするイオンビーム微細加工技術と機械的剥離法などの薄膜化技術を駆使して微小接合素子を作製し、新機能の創成を目指す。具体的には、銅酸化物系  $\text{Bi}_2\text{Ca}_2\text{SrCu}_2\text{O}_y$  や鉄系  $\text{Fe}(\text{Te}, \text{Se})$  の単結晶試料から微小接合素子を作製

し、層状超伝導体における異方的電気抵抗率の決定、磁束量子の侵入を防ぐ狭小ブリッジによる超伝導電子対破壊の臨界電流密度の決定、および超短接合におけるジョセフソン電流の検出などを通じ、空間的に強く制限された超伝導状態とその非平衡励起状態における新奇物性を探索し、その機構を解明しながら新機能素子への応用を目指す。

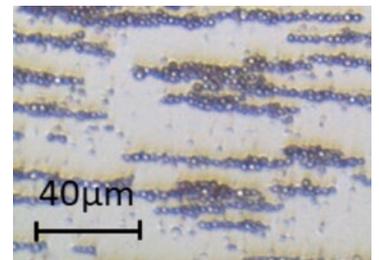


### 革新的熱エネルギー輸送システムの構築を目的とした機能性熱流体の伝熱・流動メカニズムの解明

代表者 ● 麓 耕二 機械創造工学科 教授 分担者 ● 石井 慶子 機械創造工学科 助教

我々は感温磁性粒子と低融点金属であるガリウムをマイクロカプセル化(以下MTMF)し、水中に懸濁させたマイクロカプセル型熱輸送媒体に注目している。MTMFは磁場下において温度の不均一が生じた場合に自励的に作動するという特徴を持つ。自励的に動作するため、ポンプ等の駆動力を必要としない熱輸送による、機器の熱交換に必要な動力の削減が可能となる。ガリウムは低融点であるため相変化時の潜熱と、金属ゆえの高い熱伝導率を有する。従来の顕熱輸送に比べ、高効率な熱輸送、大幅なポンプ動力の削減が可能となる。本研究プロジェクトでは、それぞれに

いて伝熱・流動特性調査を行う。この際、初めて光学的可視化手法により熱流動場評価を行う。最終的にシェル内に磁性材とガリウムを組み込んだ、多機能冷媒の創成を行う。



MTMF内に形成されたクラスター構造の可視化

### 微生物における栄養源センシングとストレス適応機構の解明

代表者 ● 阿部 文快 化学・生命科学科 教授 分担者 ● 三岡 哲生 化学・生命科学科 助教

細胞膜は外界の情報を細胞内に伝達するインターフェイスで、膜タンパク質がこれを担う。例えば、栄養源の枯渇は生命維持にとって致命的だが、過剰なカロリー摂取もまた寿命短縮など害をもたらす。よって細胞膜上の栄養源輸送体は下方制御(分解)されるであろう。しかし、膨大な数の膜タンパク質の中から、なぜ特定の輸送体だけ選んで分解できるのか、その選別の仕組みが良くわかっていない。本研究では出芽酵母のトリプトファン輸送体Tat2をはじめとする微生物のアミノ酸・ペプチドの輸送体に着目し、細胞内外の基質濃度バランスやセンシングと動態、ユビキチン依存分解の観点からこの問題にアプローチする。

すなわち、基質輸送に伴う「動的構造変化」がTat2自身の分解シグナルになると考え、基質認識や構造転移にかかわる変異を駆使し、ユビキチンリガー-ゼ複合体をリクルートするメカニズムの解明を目指す。また、私たちはこれまで、深海のような数百気圧もの高圧条件下で酵母が生存するために必要な84個の遺伝子を同定している。それらの中には栄養源センサーTORCキナーゼのサブユニットや機能未知遺伝子が含まれていた。よって、高圧下におけるそれらの機能解析もあわせて行う。アミノ酸輸送体自身が機能的実体と栄養源センサーとしての役割を同時に果たすと考える点、および圧力という物理化学的パラメーターを細胞レベルの研究で用いる点に本研究の特色がある。

## 重力波源の電磁波対応天体の探査のための宇宙広視野X線モニターの開発 II

代表者 ● 坂本 貴紀 物理科学科 教授 分担者 ● 芹野 素子 物理科学科 助教

2017年8月17日、中性子星同士の合体に伴った重力波からの電磁波対応天体が発見され、いよいよ重力波天文学の幕開けとなった。この電磁波対応天体からは、キロノバ放射と呼ばれる、重元素合成のプロセスとして不可欠な速い中性子捕獲反応から生成される不安定原子核からの放射や重力波源に付随していたと考えられるガンマ線バーストが観測された。我々は、今後、地上重力波検出器、LIGO, Virgo そして KAGRAが最高感度で天体からの重力波を検出する時代を迎えるにあたり、その電磁

波対応天体を探査できる、日本独自の飛翔体観測機器を用いた広視野軟X線モニターの検討、および開発を進める。重力波検出器で決定される重力波の到来方向の精度は数10-100平方度であり、一度に大きな空の領域を高い感度で観測できる観測装置が必須である。また、X線という波長は、可視光などに比べて天体が込み入っていないため、未同定天体の探査が容易であるとメリットがある。我々は、この目的を達成するために、「ロブスターアイ」という光学系とX線撮像素子を用いた高感度広視野X線望遠鏡の3Uキューブサットでの実現を目指す。

## 実用高温超伝導材料用途拡張プロジェクト

代表者 ● 下山 淳一 物理科学科 教授 分担者 ● 元木 貴則 物理科学科 助教

高温超伝導材料は、送電ケーブル、電磁石、パルク磁石、SQUID素子など様々な用途に実用されているが、その普及は十分でなく、その原因は材料が高価、材料特性が“使えるレベル”に達しただけで、さらに超伝導接合技術など周辺技術が未熟であることなどである。そこで本プロジェクトでは材料特性の高機能化に集中した研究を進めており、これは材料の実質的な低価格化、応用領域の拡大だけでなく、材料の均質性や超伝導体表面状態の改善を伴うため接合の形成による永久電流回路の開発が見通した

ものである。写真はBi2223線材間の実用的な臨界電流特性を持つ世界初の超伝導接合である。

本プロジェクトでは具体的には、銅酸化物高温超伝導線材 (Bi系、Y系) の高機能化 (青学大-住友電工)、MgB<sub>2</sub>超伝導線材・パルクの高機能化 (青学大-日立製作所)、Bi系高温超伝導線材間の超伝導接合開発: (青学大-TEP[JSTみらいプロジェクト]) の研究を企業との共同研究の形で進めている。



## 多自由度フラストレート系における新奇相転移現象の創成と制御

代表者 ● 古川 信夫 物理・数理学科 教授

電子はミクロな電荷と磁気モーメントを持ち、固体物質中においてはそれらの間に強い相互作用が存在する。温度を下げていくと、電荷や磁気モーメントが凍結・整列すると、それらが合成されてマクロな電荷・磁気モーメントが観測されるようになる。たとえば鉄は770°C以下で強磁性体 (永久磁石) になるが、これは電子スピンの磁気モーメントがこの温度以下でマクロに整列するからである。

逆に、このような整列化を妨げる機構が存在すると、マクロな自由度の発現が不安定になる。さらには、外場 (電場、磁場、圧力など) によってこの機構を制御することによって、微小な外場によって状態を大きく変化させる、いわゆる巨大外場応答現象が発生する。

本研究では、フラストレーションと呼ばれる機構を用いた状態の不安定化を研究し、巨大外場応答や量子制御などの基礎研究を目指すものである。

## 冷却Rb原子ガス中に生成される分子状態の検出

代表者 ● 前田 はるか 物理・数理学科 教授 分担者 ● 北野 健太 物理科学科 助教

磁気光学トラップ (MOT) 中に150 μK程度までレーザー冷却され捕獲されたRb原子ガスに、励起レーザーを照射することで生成される冷却リユードベリ原子ガスは、双極子双極子力に基づく遠距離相互作用が系の物理的・化学的性質を決定するユニークなメソスコピック量子多体系であることが知られている。当該ガス中に存在が予想される多リユード

ベリ原子分子・クラスターは、特異な多体効果の顕れの一つであり、その検出実験は興味深い研究テーマと考えられる。現時点では、二つのリユードベリ原子からなる分子 (リユードベリ原子対) の検出例はいくつか報告があるのに対し、それ以上の数の原子からなる、いわゆるクラスター状態の系統的な観測は報告されておらず、本プロジェクトではその検出を目指す。

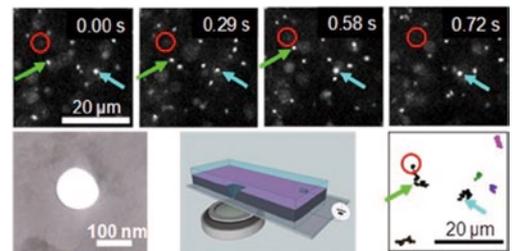
## ナノポアによるDNA解析と心筋細胞のダイナミクス

代表者 ● 三井 敏之 物理科学科 教授 分担者 ● 守山 裕大 物理・数理学科 助教

バイオポアによるシーケンス成功の影響を受けて、半導体ベースのナノポアによるDNAなどの一分子解析にも注目が集まる。しかし、半導体ポアにおいては、ポア付近の物理的環境の理解が乏しいため、再現性の得られないデバイスの系も存在する。そこで我々は、実験的にDNAを可視化して、ポアに通過する前からDNAの挙動をトレースして、その動きからイオンの局所的な濃度、電気浸透流、ポアの形状による電場や流れを評価して、ポア付近の物理的環境の理解を目指す。また、有限要素法によるシミュレーションも併用して、結果の定量性も評価する。現在の課題は、1) ポアの形状によるDNAの挙動変化や詰まりの確率、2) DNAの凝縮した状態

での物理学、である。後者はknotの生成確率と詰まりの確率の評価により、

ポアへのDNAの詰まりの原因解明も行う。また、心筋細胞の自律拍動をナノスケールの構造を用いて評価する実験系も立ち上げた。



ナノポア付近のDNAダイナミクス解析

## 企業財務構造の数理モデリングに基づく企業評価手法の開発

代表者 ● 山中 卓 数理サイエンス学科 准教授

金融機関には企業への円滑な融資の実行と継続的な経営支援を行うことが求められている。そのような経営支援を実現するためには融資先が直面し得る多様な経営難をふまえた倒産リスク評価手法が必要になる。しかし、構造型アプローチとよばれる倒産リスク評価手法の現状をみると、債務超過による倒産に主眼がおかれ、資金繰り難などの多様な倒産要因を包括的にとらえるには至っていない。そこで本プロジェクトでは債務超過

だけでなく支払い不能などの多様な倒産要因を包括的にとらえる評価手法の開発を目指している。現状では倒産企業の財務・非財務データの時系列構造の特徴を抽出し、倒産発生を表現する数理モデルの構築を進めている。また、倒産件数を予測する手法の開発にも取り組んでいる。統計モデルや機械学習モデルを援用しながら、企業の経営環境の変化が倒産の発生頻度に与える影響について解析を進めている。

## 多角的ラマン分光/温度イメージングによるマイクロ空間の*in situ*分析

代表者 ● 坂本章 化学・生命科学科 教授 分担者 ● 島田林太郎 化学・生命科学科 助教

生細胞や有機デバイスなどに代表される多様な化学種が共存する複雑なマイクロ空間において、反応に関与する分子種の同定のみならず、複雑な化学反応場がどのように維持されているかを明らかにすることは重要である。また、温度は化学反応を支配する基本的な要素の一つである。

振動分光法の一つであるラマン分光は、レーザーを用いることで可視光の回折限界であるサブ $\mu\text{m}$ の高い空間分解能で分子種のその場

(*in situ*)分析が可能である。近年、分子間振動や温度の分析に活用できる低振動数領域の測定が容易に行えるようになり、得られる情報の幅が広がりつつある。さらに、2次元光検出器と組み合わせた高速イメージング技術も確立してきている。本プロジェクトでは、これらの先端技術を融合させマイクロ空間に対する新規のラマン分光/温度イメージング法を開発する。分子の構造や局在、その温度などの多角的な分光情報を同時に捉え可視化することにより、細胞や微小デバイス中の化学反応や熱・物質輸送のその場分析へ応用する。

## 無機薄膜の高次構造制御による高度な機能の発現

代表者 ● 重里 有三 化学・生命科学科 教授 分担者 ● 柏木 誠 化学・生命科学科 助教

酸化物、窒化物、酸窒化物、炭化物等の無機薄膜の中には、ユニークで高度な物性を発現するものが多くあり、環境技術や情報技術の根幹を支える機能性材料として更なる研究・開発の発展が期待されている。これらの高機能性薄膜材料は先端産業の幅広い分野において使用され、現代社会を支える重要な基盤技術となっている。本研究プロジェクトでは、次世代の環境技術、情報技術を構築するために必要不可欠である高機能セラミック薄膜材料に関して、多岐にわた

る高レベルの物性を発現するための高次微細構造制御、並びに実用化に耐えうる超高速成膜を確立することを目的としている。産業技術総合研究所との連携大学院、ドイツのダルムシュタット工科大学やフラウンホーファ研究所(FEP)との共同研究、愛知シンクロトン光センターとの連携等によって進展させる。



## 触媒による効率的分子変換の開発

代表者 ● 武内 亮 化学・生命科学科 教授

現代文明は種々の有機分子により支えられている。生命と健康を守る医薬品から最新テクノロジーを支える機能性有機分子まで、所望の構造を持つ有機分子を提供することが有機合成化学に求められている。これらの諸課題において共通することは、高い原子効率とステップエコノミーの実現である。容易に入手できる有機分子からより複雑な骨格への

効率的分子変換を実現するために、遷移金属錯体の新たな触媒機能開発への期待は大きい。本研究では、この期待に答えるべく、以下の(1)から(3)の3つのテーマを柱として、有用有機分子への効率的分子変換を触媒により可能とする。(1)光学活性有機分子の合成 (2) 機能性分子として期待される新規芳香族複素環化合物の合成 (3) 汎用化学原料である不飽和炭化水素からの炭素鎖伸長反応の開発 これらのテーマを相互に関連させながら統合的かつ俯瞰的に研究を進める。

## 腫瘍内特異的環境で駆動する機能性材料の開発

代表者 ● 田邊 一仁 化学・生命科学科 教授 分担者 ● 西原 達哉 化学・生命科学科 助教

固形腫瘍内には低酸素状態の細胞(低酸素細胞)が発生し、放射線治療に抵抗性を示すこと、またがんの悪性化の原因となることが知られています。この病的細胞の診断とそれに続く治療のため、国内外で診断薬、治療薬の開発が続けられてきました。しかし近年、我々を含むいくつかの研究グループから腫瘍内低酸素細胞の酸素濃度は一定ではなく、時間経過とともに変化していることが示されました。すなわち、腫瘍内のあ

る部位が低酸素細胞であると診断できても、すぐに治療が開始できず、投薬まで時間を要すれば、その診断部位は既に「低酸素細胞」ではないことがあり、薬剤の効果は薄れます。このことから、低酸素細胞の治療には、診断と治療の間隔を短くし、できれば同時に行う必要性が指摘されています。本研究では、低酸素環境にある腫瘍細胞を標的とした診断と治療を同時に実現する分子システムの実現を目指し、化学と生化学の知見を駆使して機能性分子の開発を進めています。

## 動物を用いた高次生体機能の解析

代表者 ● 平田 普三 化学・生命科学科 教授 分担者 ● 鹿島 誠 化学・生命科学科 助教

生物は知覚、記憶、学習、情動、判断といった高次機能をもちあわせています。これを可能にするのは神経系です。では、神経系はどのように形成され、これらの機能を発揮するのでしょうか。私たちはゼブラフィッシュという熱帯魚をモデルとして、神経系による高次機能の解析を進めています。ゼブラフィッシュを用いた行動実験から、たった1つの化学反応がシナプス(神経細胞間の接続部分)におけるタンパク質動態を変化

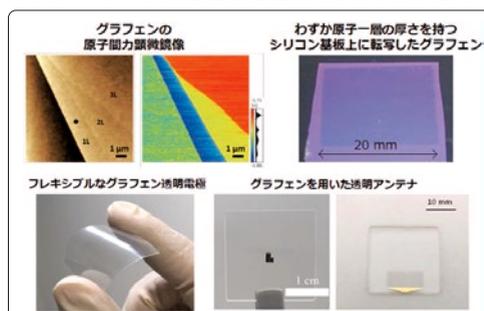
させて、動物の行動変化を引き起こし、これが環境適応を可能にすることを明らかにしました。また、ゲノム編集技術CRISPR/Cas9を用いて、さまざまな高次機能障害の魚を作り、病態発症のメカニズムを解明してきました。脳が過剰興奮することでてんかん発作を発症する魚を作製し、その症状を軽減する化合物のスクリーニングから、てんかんを改善する薬の創製も行っています。これらの脳科学研究を通して、ヒトが健康で豊かな生活を送れるよう貢献してまいります。

## ナノカーボン材料をベースとする新規デバイスの開発

代表者 ● 黄 晋二 電気電子工学科 教授 分担者 ● 渡辺 剛志 電気電子工学科 助教

グラフェンやカーボンナノチューブ(CNT)などのナノカーボン材料は、優れた電気伝導性、光学的透明性、優れた機械的性質、高い熱伝導率、高い生体親和性などの特異な物性を持つことから大きな注目を浴び、そのデバイス応用について精力的に研究が進められています。本研究では、これらの性質を活用するデバイスに関する研究に取り組んでいます。デバイス応用において優れた物性を最大限に引き出すためには、基盤技術である材料の結晶成長、および合成技術が重要だと考えています。ナノカーボン材料では、原子層数を精密に制御した一様なシート状のグラフェン膜やグラフェンフレーク・CNTを溶媒中に分散させたインクなど様々な形態の材料を作製す

ることが可能です。本研究では、各デバイス応用に最適な形態・物性を持つ材料を作製し、デバイスの高性能化を達成しようと取り組んでいます。具体的には、グラフェン膜を用いた透明アンテナ、グラフェンをセンサ電極とする化学センサなどの研究開発を進めています。

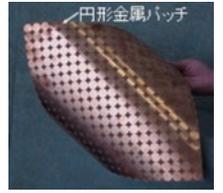


## マイクロ波・ミリ波帯用高機能電波吸収体の開発(2021年度のみ)

代表者 ● 橋本 修 電気電子工学科 教授 分担者 ● 須賀 良介 電気電子工学科 助教

IoT、5G、無線電力伝送などの新しいワイヤレスシステムへの期待も高まっている状況の中、多くのデバイスのワイヤレス化に伴う周波数資源の逼迫は、現在もお技術課題として掲げられている。電波吸収体による「無線通信システムの空間的な分離・管理」は、この周波数資源の逼迫を打開可能にするための有力手段である。そこで本プロジェクトでは、これまでに施工できなかった場所への電波吸収体の適用可能性を大きく拡大するため、従来と比較して薄型・軽量・安価であるメタ

テリアル電波吸収体や、電波利用が多くかつフレキシブルなシステム運用が要求されるオフィス等や会議室等において、利用状況に応じて電波の吸収/透過/反射を切り替え可能なデバイス開発を目的としている。システムやその運用形態によって周波数、偏波、入射角度など要求特性は異なるため、要求特性を満足するメタマテリアル電波吸収体および代替デバイスの設計及び実現手法を確立する。



## 無人搬送車用ワイヤレス送電装置の研究

代表者 ● 松本 洋和 電気電子工学科 准教授

ワイヤレス送電技術はケーブルを接続することなく、電子機器を充電することができる技術である。充電が簡便に行えるため、携帯電話の充電器として普及が進んでいる。その大きな特長は移動体への送電が可能である。現在の電気自動車では航続距離が短く、充電時間が長く更には高価で重量が大きい積載バッテリーが普及の障害となっている。ワイヤレス送電技術はこれらを解決するための一つの手段であると

考えられている。

私達が提案している三相ワイヤレス送電システムはそれぞれ異なる電流が流れる3つの相コイルをワンセットとして構成され、三相インバータにより電力が供給される。このシステムでは隣り合うコイルが互いの磁界を強めあうため密着してコイルを設置でき、電力をシームレスで送れることから、移動体への送電に適している。本研究プロジェクトでは、このシステムを工場や物流センターなどで使用される無人搬送車の充電装置として実現し、高効率で安定した動作を達成することを目的とする。

## 太陽電池の長期信頼性評価技術開発

代表者 ● 石河 泰明 電気電子工学科 准教授

太陽光発電システムで電気を生み出す心臓部は太陽電池モジュールであるが、一枚一枚のモジュールからの出力は数百ワットであり、現在、膨大な数の太陽電池モジュールが生産・設置されている。太陽光発電としてその電力量を管理するためには、各太陽電池モジュールが特異な劣化なく安定して電気を出していることを管理・運営しなければならない。本プロジェクトは、太陽電池モジュールが劣化していないかどうかを

太陽電池モジュールが設置されている環境下で精度よく診断するエレクトロルミネッセンス(EL)技術開発を目的としている。EL法は、太陽電池モジュールに対して電流を注入することで発生する光を検知するものであるが、特殊なカメラを用いることで2次元像として特性評価が可能である。全太陽電池モジュールの9割のシェアを持つ結晶Si太陽電池モジュールに対して、EL技術を用いて、電気的特性抽出や欠陥検知精度改善、劣化モード特定法の構築を進めている。

## 化学気相成長法を用いた単結晶イリジウム薄膜の成長に関する研究

代表者 ● 木村 豊 電気電子工学科 助教 分担者 ● 澤邊 厚仁 電気電子工学科 教授

ダイヤモンドは、低い誘電率、高いキャリア移動度、高い絶縁破壊電界強度など優れた特性を有し、半導体材料としての性能指標が高く次世代パワーデバイスとして期待されている。ヘテロエピタキシャルダイヤモンドの作製方法を確立して以来、ダイヤモンド基板の大型化、ダイヤモンドの成長領域を制限する選択成長法を用いたダイヤモンドの高品質化に取り組んでいる。さらに、実用化に向けてはコストの低減が必

要不可欠である。ヘテロエピタキシャルダイヤモンドの作製は、単結晶基板上に物理気相成長法を用いてイリジウム薄膜を作製し、その表面上に化学気相成長法を用いてダイヤモンドの種付けとダイヤモンド膜の成長を、各工程独立した装置で行っている。統一した成長方法を導入し装置を集約することによりコスト低減を図るべく、本プロジェクトでは、化学気相成長法を用いて有機金属を原料とする単結晶イリジウム膜の作製プロセスの確立を目指している。

## 機能性氷スラリーを用いた高効率加熱システムの構築

代表者 ● 熊野 寛之 機械創造工学科 教授 分担者 ● 森本 崇志 機械創造工学科 助手

微細な氷と水または水溶液の固液二相流体である氷スラリーは、氷の潜熱を利用した大きな蓄熱密度、潜熱と流動性による高い熱交換性能を有している。これまで、物体の“冷却”を目的として利用されてきた氷スラリーであるが、近年、物体の“加熱”を目的とした利用が注目されている。しかし、氷スラリーを加熱媒体として用いた場合の、熱交換速度向上などの優位性が定量的には示されていないのが現状である。また、氷

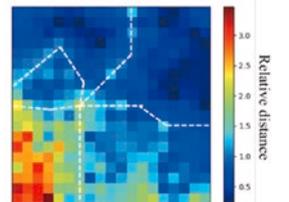
スラリーが冷却されることで、凍結層が生成され、伝熱を阻害する因子となるのが課題として挙げられる。本研究プロジェクトでは、氷スラリーを加熱媒体として用いた場合の熱交換速度を定量的に明らかにする。また、不凍たんぱく質を始めとした、様々な添加物質を付与した氷スラリーの基礎特性を明らかにすることで、凍結層の生成抑制等の機能を有する新たな氷スラリーを提案する。

## 炭素繊維強化複合材料の破壊過程で放出される弾性波の波形の対する機械学習を用いた破壊モードの推定

代表者 ● 長 秀雄 機械創造工学科 教授 分担者 ● 西宮 康治朗 機械創造工学科 助教

炭素繊維強化複合材料(CFRP)は、いままで以上に様々な場面で使用することが期待される材料であるが、損傷機構が複雑なため安全・安心な使用には損傷をモニタリングする技術の開発が望まれている。本プロジェクトで利用するアコースティック・エミッションは、損傷に伴って発生し、材料内部を伝搬する弾性波(超音波)であり、破壊に関する情報を含んでいる。しかし、CFRPIは繊維とマトリックスが存在するため検出される弾性波もその影

響を受け、破壊の情報を抽出しづらくなる。そこで本プロジェクトではあらかじめ弾性波の伝搬特性を評価し、破壊のみの情報を有する弾性波に変換したのち機械学習によってCFRPIの損傷度合いをモニタリングすることを目指している。



CFRPIの損傷によって放出された弾性波の機械学習による分類結果

## 画像計測技術を用いた先進材料のマルチスケール応力・ひずみ解析技術の開発

代表者 ● 米山 聡 機械創造工学科 教授 分担者 ● 飯塚 啓輔 機械創造工学科 助教

自動車や航空機など各種機械・構造物の軽量化のため、マルチマテリアル化が進み、炭素繊維強化樹脂(CFRP)や高張力鋼の利用が増加している。これらのさらなる軽量化のためには、これら材料の変形および破壊のメカニズムを明らかにするとともに、高精度な破断予測を可能とする必要がある。そこで本プロジェクトでは、画像相関法(DIC)などの画像測定技術を用い、高張力鋼やCFRPのひずみを様々なスケールで測定する技術を

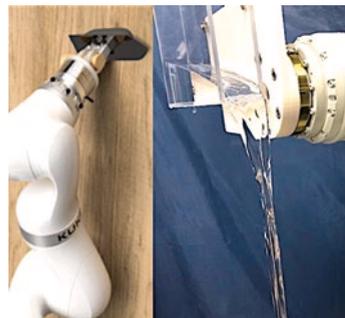
開発するとともに、その測定結果を利用して材料特性や応力分布を評価する技術を開発する。具体的には、(1)高張力鋼のくびれ後の応力ひずみ関係の同定と応力分布評価、(2)タイヤ用ゴム材料のひずみ評価技術の開発と破壊挙動の評価、(3)3次元画像相関法(DVC)を用いたCFRP内部のひずみ測定技術の開発、(4)グローバルDICを用いた繊維および樹脂界面部分のひずみ測定技術の開発、(5)バーチャルフィールド法を用いた材料特性の逆問題解析、などの研究を実施する。

## 高度な液体操りを実現する高速視覚制御と生産ロボットシステム

代表者 ● 田崎 良佑 機械創造工学科 准教授 分担者 ● 山下 貴仁 機械創造工学科 助教

人間の適応や順応の能力に近い技能獲得をロボットシステムで実現することで、環境・材料・道具などが変化したとしても適応的・継続的に動作を実行できる自動化/ロボット化の実現を目指す。本プロジェクトでは「自動製造ラインにおける熔融金属の高精度注ぎ」と「液吐出式3Dプリンタの樹脂材料の高速塗布」を対象として液体を取扱う生産工程の高度化技術を示す。高速な視覚計測・制御機能を備えた生産ロボットマニピュレーション技術研究として、高速カメラ画像のリアルタイム解析による状態推

定と動作計画を数ミリ秒毎に実現する手法と、その具現化のための高速駆動モジュールの開発に取り組む。人間のアドリブ対応に近い適応能力を有するロボットシステム技術で、多様な液体操りタスクの実現性を追求し、評価する。



## 共用クリーンルーム [K111a,b, K112]

共用クリーンルームは、理工学部共通の実験施設としてクリーンな環境を必要とする様々な実験が行われています。クラス1000とクラス100のエリアがあり、クラス1000では、エッチング(微細加工)プロセスを行なうことが出来ます。また、クラス100では、材料のウェット処理、レジスト工程、露光工程、熱処理工程を行うことができます。また、洗浄等に使用する超純水製造装置が設置されており、連続使用が可能です。毎年40名程度の教員・学生が登録し、ダイヤモンドの選択成長技術の開発、ダイヤモンドの微細加工技術の開発、量子効果素子の開発、DNAマイクロアレイの定量に関する研究などが行われています。クリーンルームの管理は、教員・学生が共同であっています。

### 主要装置

電子線描画装置  
マスクアライナー  
イオンミリング装置  
高密度低エネルギー  
プラズマ発生装置(特注)  
大容量超純水製造装置  
クリーンオープン  
クリーンベンチ



## 理工学部附置機器分析センター

機器分析センターでは、主に機器による分析および分析技術の開発を核とし、学内外の共同研究を推進しています。また地域・社会に開かれた教育研究の場として広く活用されており、大学院研究生、教員の研究教育体制の充実に貢献しています。所有する各種大型機器分析装置を、K104a(薄膜分析室)、K105(機器分析室)の2室にて集中管理し、効率的に稼働させており、24時間オープンで、登録した学生・教員がいつでも使用できます。

さらに専門の職員による講習会を開催し装置操作や分析技術指導を学生・教員へ随時行うとともに、大学教育研究および新材料探索、デバイス開発などの学内研究を分析技術面からサポートしています。また、内外への分析技術発信として、各種構造解析・表面分析などの熟練・蓄積技術を生かした、種々のコンサルタントやアドバイザー業務も行っています。このほか学内の材料・デバイス・新規物質創製の研究に長年携わっている教員らの協力により、様々な材料解析、分析評価の相談・質問を承り、地元である相模原市の地域、中小企業などへの支援も行っております。



透過電子顕微鏡(TEM)

### 主要装置

透過電子顕微鏡(TEM)  
走査電子顕微鏡(SEM)  
電子プローブマイクロアナライザー  
(EPMA)  
原子間力顕微鏡(AFM)  
X線電子分光装置(XPS)  
集束イオンビーム加工装置(FIB)  
レーザーラマン分光装置(LRS)

## >>> CATの変遷

文部科学省(旧文科省)「私立大学学術研究高度化推進事業(私立大学ハイテク・リサーチ・センター整備事業)第1期選定を受け、

1996年度: 世田谷キャンパスに設置

理工学研究科の研究教育環境の改善、物質科学関連領域の発展による世界的研究教育拠点形成を目指す。

2003年度: 相模原キャンパス開学、K棟に設置

理工学部附置機器分析センター設置

2004年度の理工学研究科改組により、領域横断的な教育研究に適した環境整備がなされ、多数の研究プロジェクトを実施し、現在に至る。

青山学院スクール・モットー

地の塩、世の光

The Salt of the Earth, The Light of the World

青山学院大学理工学部附置  
先端技術研究開発センター

〒252-5258 神奈川県相模原市中央区淵野辺 5-10-1  
<https://www.aoyama.ac.jp/research/laboratory/hightech/>