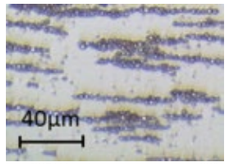
近赤外領域の”白色”LEDの実現

代表者 ● **七井 靖** 電気電子工学科 助教

近赤外領域(750 ～ 2500 nm)には光通信用石英系光ファイバーの最低損失領域(1300 nm帯や1500 nm帯)や「生体の窓」と呼ばれる生体透過性が高い領域(750 ～ 1200 nm)がある。近年、農畜産物等の成分分析、製薬、バイオテクノロジー分野において、この750 ～ 1500 nmの波長帯を用いた近赤外分光分析技術が注目を集めている。これは対象の非接触成分分析や多変量解析による迅速定量分析が可能なためである。近赤外分光分析装置の光源として、小型、長寿命かつ省電力な光源である発光ダイオード(LED)の応用が検討されているが、1つのLEDで750 ～ 1500 nmをカバーできる実用光源は実現されていない。本研究では、この750 ～ 1500 nm 帯に連続スペクトルを有するLED光源(近赤外領域の“白色”LED)の実現を目指す。具体的には、我々が提案してきた、LEDと近赤外広帯域蛍光体とを組み合わせた「近赤外広帯域LED」への応用に向けて、新しい近赤外広帯域蛍光体の開発、および、その詳細な物性評価をおこなう。

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
研究分担者 ● **熊野 寛之** 機械創造工学科 教授
森本 崇志 機械創造工学科 助手
石井 慶子 機械創造工学科 助手



磁場付与によるMTMFのクラスター構造

水などの溶媒に、様々な溶質を分散させ、熱的性質を改善した流体は、機能性熱流体(FTF:Functional Thermal Fluid)と呼ばれる。我々はFTFの中でも、感温磁性粒子をマイクロカプセル化(MTMF:Microcapsuled Thermosensitive Magnetic Fluid)し、水中に懸濁させた磁性流体およびパラフィン系相変化物質を水中に分散させた、エマルション型熱輸送媒体に注目している。MTMFは、マイクロカプセル化した感温磁性粒子の磁化温度依存性を利用した流体であり、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。エマルション型熱輸送媒体は、分散させた相変化物質の潜熱を利用することで、非常に大きな単位体積当たりの蓄熱量を持ちながら、流動性を維持するという特徴を持つ. 少量の流体でより多くの熱量を輸送できるため、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、それぞれについて伝熱・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FTFの熱流動場評価を行う. 最終的にMTMFシェル内に相変化物質を組み込んだ、マルチファンクションな冷媒の創成を行う。

文部科学省 私立大学研究ブランディング事業

次世代ウェルビーイング
～個別適合をめざした統合的人間計測・モデル化技術の構築～

代表者 ● **熊谷 敏** 経営システム工学科 教授
研究分担者 ●

松本 俊之	経営システム工学科 教授	**石津 昌平**	経営システム工学科 教授
宋 少秋	経営システム工学科 教授	**栗原 陽介**	経営システム工学科 教授
野澤 昭雄	電気電子工学科 教授	**小宮山 摂**	情報テクノロジー学科 教授
佐久田 博司	情報テクノロジー学科 教授	**鷲見 和彦**	情報テクノロジー学科 教授
戸辺 義人	情報テクノロジー学科 教授	**LOPEZ,G.F.**	情報テクノロジー学科 准教授
薬師神 玲子	教育人間科学部心理学科 教授		

当プロジェクトは、健康、福祉、スポーツ、技能習得、教育等の分野で、センサ等から取得したデータを個々人に対して役立てる研究を行っています。2016年に文部科学省「私立大学研究ブランディング事業」に選定され、活動しています。

Well-Beingというと通常は身体的な健康をいいますが、当プロジェクトでは身体的な健康に加えて、精神的な健康、更には社会的な健康を含めて「次世代 Well-Being」と考えています。今までのサービスは、主に不特定多数を対象に、サービスを提供する側が個人の経験・知識に基づいて対象者に必要なサービスを判断し、画一的なサービスを提供していました。或いは医療、福祉、教育等、個々人への対応が不可欠な分野では膨大な人手を掛けて、個別対応を行っているのが現実かと思います。当プロジェクトは情報技術を駆使しながら個々の対象者に最適なサービスを提供するシステムを目指しています。

そこで以下のような課題で研究を進めています。

1.対象者の特性を図る様々な計測、センシング技術
2.計測した結果やセンシングしたデータをモデル化して処理する技術
3.モデルとパラメータ(変数)に基づいて、対象者もしくはその環境に働き掛けるアクチュエーション(個別適合)の技術

http://well-being.agnes.aoyama.ac.jp/

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のエリアが有り、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、連続使用が可能となっています。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・学生が共同であたっています。

主要装置

電子線描画装置 東京テクノロジー社製 BEAM DRAW 531DLB
マスクアライナー ミカサ製 MA-10
イオンミリング装置 伯東製 8-IBE
高密度低エネルギープラズマ発生装置 日本真空技術製(特注品)
大容量超純水製造装置 栗田工業製 UP-250
クリーンオーブン
クリーンベンチ

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。本センターは現在、所有する各種大型機器分析装置を、K104a、K105の2室にて集中管理し効率的に稼働させています。いずれの装置も24時間オープンで、登録した学生、教員の皆様がいつでも使用できる状態にしています。

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、分析評価のご相談、ご質問を承り、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。

第7実験研究室 薄膜分析室[K104a] 主要装置

400kV透過電子顕微鏡(400kV-TEM) JEM-4010 日本電子㈱
附帯:エネルギー分散形X線分析装置(EDS) JED-2300T 日本電子㈱
ダイシングソー DAD-321 ㈱ディスコ **専用暗室** (写真引伸機、現像・乾燥機など一式常備)
精密イオンポリシングシステム PIPS-691 米国Gatan社
高性能集束イオンビーム装置(FIB) MI4050 ㈱日立ハイテクノロジーズ

第8実験研究室 機器分析室[K105] 主要装置

400kV-TEM

X線光電子分光装置(XPS) AXIS−ULTRA 英国クレイトス社
レーザーラマン分光装置(LRS) inVia-Reflex 英国レニショー社
高性能薄膜X線回折装置(薄膜XRD) X'Pert-PRO パナリティカル㈱
電子プローブマイクロアナライザー(EPMA) JAX−8200S 日本電子㈱
低加速高分解能走査電子顕微鏡(低加速FE-SEM) ULTRA55
独国カールツァイス社 (XFlash®6/30シリコンドラフト検出器(SDD)附帯)
原子間力顕微鏡(AFM) SPM−9500 ㈱島津製作所
ウルトラミクロトーム(UMT) EMUC6／EMFC6 独国ライカ社
真空蒸着装置 JEE−400 日本電子㈱ **光学顕微鏡(OM)** E600FN ㈱ニコン

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/

2019.7 発行

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

所長あいさつ

「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というものです。2003 年度の相模原キャンパス開学と同時に、K 棟が CAT の役割を担い、現在に至っています。

現在までに 3 期 15 年の「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：2013 年度～ 2017 年度）、1 期最長 3 年の外部資金によるプロジェクト（2002 年度から合計 13 件）等数多くのプロジェクトが行われてきました。2016 年度には私立大学研究ブランディング事業「次世代ウェルビーイング～個別適合をめざした統合的人間計測・モデル化技術の構築～」が採択され、2018 年度には新たに 13 件の外部資金プロジェクトがスタートしました。さらに 2019 年度には 3 プロジェクトが加わり、現在合計 16+1 件のプロジェクトが推進されています。

この様に CAT は、理工学部における研究プロジェクトの拠点としてその存在意義は非常に高く、相模原キャンパスを代表する研究開発機関となっており、実施された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 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。また、2003 年度に設置された理工学部附置機器分析センターでは、数多くの最先端大型分析装置による材料解析やナノ加工が可能となり、毎年 200 名近くの教員・学生が登録し、活発に利用しています。

CAT は今後も、相模原キャンパスの研究開発拠点として、一層重要な役割を果たしていくと考えています。

先端技術研究開発センター所長
重里 有三

››› 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。

Our Projects

2018年度～

前熱処理、後熱処理過程導入による実用高温超伝導材料高機能化ﾌﾟﾛｼﾞｪｸﾄ

代表者 ● 下山　淳一　物理・数理学科 教授　研究分担者 ● 元木　貴則　物理・数理学科 助教

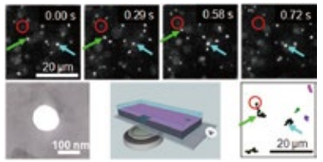
高温超伝導材料は線材、バルク、薄膜の形で、送電ケーブル、電磁石、バルク磁石、SQUID素子など様々な用途に実用され始めているが、その普及は速やかではなく、原因として材料が高価、材料特性が“使えるレベル”に達しただけで、さらに超伝導接合技術など周辺技術が未熟であることなどが挙げられる。すなわち、普及力を高めるにはこれらの課題を解決する必要があり、本プロジェクトではその核となる課題、つまり材料特性の高機能化に集中して研究を進める。超伝導材料特性向上は材料の実質的な低価格化、応用領域の拡大だけでなく、材料の均質性や超伝導体表面状態の改善を伴うことから接合の形成が可能にし、銅酸化物超伝導材料では困難と考えられてきた永久電流回路の開発が見通せる。超伝導材料特性向上の戦略は、材料の構成、超伝導部分の微細組織、結晶配向性、局所化学組成の最適化であり、特に、本来、対象超伝導物質が有するポテンシャルを、大きな凝縮エネルギー密度、強いピンニング力密度の観点から、材料において実現することを目指す。本プロジェクトでは具体的に以下4つの研究課題を企業との共同研究または研究支援の形で進める。

- 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
- MgB2超伝導線材・バルクの高機能化：青学大－日立製作所
- Bi系高温超伝導線材間の超伝導接合形成：青学大－ティーイーピー
- Y系超伝導バルク材料の高機能化：青学大－日本製鉄

ナノポアによるDNA解析と心筋細胞

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

半導体ベースのナノポアによるDNA検出・解析をして、シークエンス開発に向け、世界中で研究が進んでいる。しかし、いくつかの問題点がある。1.DNAの泳動制御、2.DNAのポアへの詰まり解消、そして、3.ポアからの流れ（Electro Osmosis Flow（EOF））の理解である。われわれはDNAへの蛍光分子の付加により、まずは可視化を行い、DNAの泳動を直接、光学顕微鏡で観測して、DNAの挙動から、ナノポアまわりの物理的環境を評価してきた。特にポアに導体のコーティングをして、その電位を制御した際の動きは、直感と反し、DNAのポアへの進入を、この電位制御でコントロールできることを示唆した。また、この動きを引き起こす、EOFは有限要素法による数値計算として見積もり、実験結果と一致することを確かめた。今後は、ポアとDNAとで起こる強い相互作用の結果としての“詰まり”を解消すべく、進入形態と詰まりの確率にフォーカスをあてて、実験を行う予定である。特にknotの自然発生の確率から、詰まりの主な要因がknotであるとの報告があるが、我々は、knotの生成なしでも、進入形態の多様性と、詰まりの確率について調べ、普遍的はDNAとポアとの相互作用の解明を目指している。そのためにDNAの長さや形態をもパラメータとして、実験を行い、同時にポア付近にDNAが存在した際の、物理的環境を数値計算により見積もり、現象の理解と、応用としてのDNAのポア通過の制御を目指している。



ナノポア付近のDNAダイナミクス解析

ﾖｰｸ超蛍光の時空間ﾌﾟﾛﾌｧｲﾙ測定による非線形分光手法の開発

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

1954年、R. Dickeによって輻射場に関する新しい概念が提唱された。原子集団の協奏的な輻射により、高強度パルスが放射される現象、いわゆる超蛍光である。超蛍光に関しては、当時主流であったナノ秒レーザーを用いて実証実験が行われた。1995年、J. H. Brownellらは、フェムト秒レーザーを励起光源として用いることによって、四光波混合の四つの光子のうち、一つが超蛍光によって放出される現象を発見し、“ヨーク超蛍光”と名付けた。ヨーク超蛍光では、フェムト秒レーザーを励起光源として用いることによって、系のコヒーレンスが乱される前に集団的なコヒーレンスを取り出すことに成功したと言える。すなわち、短パルス化の技術革新によって、もたらされた発見であった。応募者は、ルビジウム（Rb）原子のヨーク超蛍光に伴って発生する青色光の空間ビーム形状に、Rb原子の励起ダイナミクスが転写されていることを実証してきた。特に、Rb原子が基底-励起状態間でラビ振動を起こす条件下で、青色光のビーム形状はラビ振動の周期の数に相当する多重リング構造を示すことが予測される。他の物理系に類を見ないこの特長を利用し、新しい非線形分光手法ならびにパルス計測手法を開発することを目指す。さらに、青色光の時間波形、空間形状に加え、中赤外光のビーム形状をシングルショットで撮影し、ヨーク超蛍光の背後にある輻射場の物理を解明する。

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

代表者 ● 坂本　貴紀　物理・数理学科 教授　研究分担者 ● 芹野　素子　物理・数理学科 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線望遠鏡の実現を目指す。

ﾌﾗｽﾄﾚｰｼｮﾝと熱・量子揺らぎによって創発する新奇な相転移現象

代表者 ● 山本　大輔　物理・数理学科 助教　研究分担者 ● 古川　信夫　物理・数理学科 教授

本研究プロジェクトでは、フラストレート系という大きな括りの中で量子反強磁性体、非従来型超伝導、強相関電子系、光格子中の原子気体などの異なる物性系の新たな相転移現象を開拓する。これらは一見それぞれ無関係な物質群に見えても、その背後には一貫して普遍的な物理がある。特に物質の異なる熱平衡状態間の相転移が、（例えば局在スピンの回転対称性と結晶秩序の離散対称性のような）異なる自由度に付随した「複合的な対称性の破れ」に起因する場合に着目する。このような場合、相転移に伴う対称性の回復が(i)一段階で同時に起こる、あるいは(ii)二段階（複数段階）に分けて起こる可能性があり、非自明な問題となる。様々な物性系で現れるこの「複合的な対称性の破れ」現象を密度行列繰り込み群法や数値クラスター平均場法などといった最新の数値計算手法を用いて明らかにし、個々の系の物性やその制御を相補的・領域横断的に理解することを大きな目的とする。

研究成果として、複合的な対称性の破れに起因した「新たな相転移普遍性クラスの確立」や中間相として「高い対称性が部分的に破れた新奇な物質相の発見」が期待される。必然的に熱・量子統計基礎論にとって重要なものとなるだけでなく、新奇物質相およびその状態制御法の開拓は将来の応用的な産業利用の基盤技術開発へと繋がっていく。

微生物における栄養源輸送体制御と遺伝子機能の解析

代表者 ● 阿部　文快　化学・生命科学科 教授　研究分担者 ● 望月　貴博　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、申請者らはこれまで、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　TORC1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。

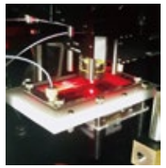
機能性無機薄膜の高次構造制御法の確立と物性解析

代表者 ● 重里　有三　化学・生命科学科 教授
研究分担者 ● 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、現在及び次世代の環境技術、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の合成法を確立し、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度成膜を達成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、九州シンクロトロン光研究センターとの連携等によって進展させる。

ﾏｲｸﾛ空間のin situ化学反応分析のための多元的ﾗﾏﾝ分光/温度ｲﾒｰｼﾞﾝｸﾞ

代表者 ● 坂本　章　化学・生命科学科 教授
研究分担者 ● 鈴木　正　化学・生命科学科 教授
岡島　元　化学・生命科学科 助教
柏原　航　化学・生命科学科 助教


本研究で開発中のマイクロ空間ラマン分光システム

マイクロ空間で、どの分子種が、どこに、どのような状態で、どれだけ分布し、それらがどう変化するかを分析することは重要である。高い空間分解能と分子選択性を兼ね備えた計測は、例えば微小流路内の反応追跡やホットスポットの判別に活用することで、緻密な化学反応制御のための基礎分析技術となる。あるいは、有機EL素子などの小型・複合化したデバイスでの局所発熱や変性箇所の判別に活用することで、劣化原因の特定につながる品質分析に役立てることもできる。

ラマン分光はレーザーを用いた振動分光法で、可視光の回折限界であるサブμmの高い空間分解能での分析が可能である。近年、分子間振動の分析や温度分析にも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、ラマン分光で得られる情報の幅が広がりつつある。さらに、次元圧縮型光ファイバーによる簡便な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/温度イメージングを開発する。分子の構造や結晶形、その温度などの多元的な分光情報を同時・同一箇所で捉えることにより、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。

腫瘍内微小環境で駆動する機能性人工核酸のデザイン

代表者 ● 田邉　一仁　化学・生命科学科 教授
研究分担者 ● 武内　亮　化学・生命科学科 教授、澤野　卓大　化学・生命科学科 助教

固形がん組織では、急激な細胞増殖のために血管新生が追いつかず、酸素供給が不十分な低酸素腫瘍細胞が発生する。この細胞は、血管新生、転移・浸潤、アポトーシス抵抗性を亢進してがん悪性化の原因になることに加えて、化学療法や放射線療法に抵抗性を示し、がん疾患の治癒率を低下させる大きな原因になっている。

本研究ではこの問題を解決すべく、低酸素腫瘍細胞を標的とする機能性抗がん剤を開発する。具体的には、申請者が見出した低酸素腫瘍への核酸の送達手法と腫瘍内低酸素環境の可視化手法を活用して、「腫瘍内低酸素環境で駆動する核酸医薬品」を構築し、低酸素腫瘍での薬効を評価する。

核酸医薬とは、比較的短鎖の核酸から成る薬剤で、標的の遺伝子（mRNAなど）と作用・結合して、特定の遺伝子の機能を抑制する。すなわち、細胞生存に関わる遺伝子を抑制することにより高い殺細胞効果を示し得る。しかし、核酸医薬は高い機能を持つ一方で、細胞内浸透性が低い上、標的部位への送達手法が充分に確立されていない。よって確実に有効であるにも拘らず、低酸素腫瘍細胞への運搬ができず、同細胞の治療へ核酸医薬は応用されていない。そこで本研究では、我々のグループで既に確立した「核酸の会合体形成による細胞内送達手法」を活用する。核酸単体は細胞内浸透性が低いが、会合体を形成させると細胞内浸透性は大きく向上する。また、ニトロイミダゾール等の低酸素蓄積特性をもつ官能基で会合体をさらに修飾すれば低酸素領域への運搬も可能である。これら特性を活かして低酸素細胞で核酸医薬の薬効発現を実現する。

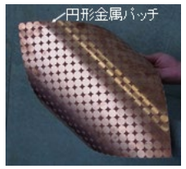
生体内脳活動イメージングによるてんかん病態の可視化

代表者 ● 平田　普三　化学・生命科学科 教授　研究分担者 ● 荻野　一豊　化学・生命科学科 助教

てんかん（癲癇）は脳の神経活動が異常に高まることにより誘発されるてんかん発作（けいれんや意識消失等）を主症状とする慢性の脳疾患で、発症年齢や症状などから40種類以上に分類されている。てんかん発作の多くは脳活動を低下させる薬剤（抗てんかん薬）でコントロール可能だが、既存の抗てんかん薬が有効ではないてんかんや予後の悪いてんかんもあり、未解明の部分が多い。研究代表者らは乳児で発症し、重度の精神運動発達遅滞を引き起こす「遊走性焦点発作を伴う乳児てんかん」の原因遺伝子として、Cl^-を細胞外に排出するイオン輸送体（KCC2）を同定し、細胞内Cl^-濃度の上昇がてんかんを引き起こすというモデルを提唱した。研究代表者がゲノム編集技術を用いてKCC2遺伝子を破壊したゼブラフィッシュ変異体（KCC2KO）を作製すると、KCC2KOゼブラフィッシュは成魚まで育ち、見た目は全く正常だったが、光点滅による視覚刺激や水槽をたたく音・振動刺激に対して、けいれんを起こして姿勢を維持できなくなるなど、てんかん発作様の異常応答を示すことを見出した。1997年にテレビアニメ「ポケットモンスター」で光が点滅する場面を見た全国の数百人の子供が一斉にてんかん発作を発症した事件があったが、研究代表者はそれをゼブラフィッシュで再現することに成功したと言える。本研究で研究代表者はKCC2KOを用いて、細胞内のCl^-濃度の上昇がどうしててんかん発作を引き起こすかの発症機序を目指す。

ﾏｲｸﾛ波・ﾐﾘ波帯用高機能電波吸収体の開発

代表者 ● 橋本　修　電気電子工学科 教授
研究分担者 ● 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、現在もな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・安価であるメタマ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切替デバイスの設計及び実現手法を確立する。

炭素系薄膜の結晶成長とデバイス応用

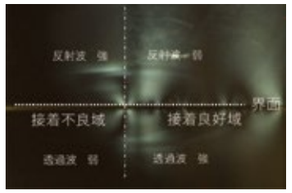
代表者 ● 黄　晋二　電気電子工学科 教授
研究分担者 ● 澤邊　厚仁　電気電子工学科 教授、木村　豊　電気電子工学科 助教、
渡辺　剛志　電気電子工学科 助教

炭素は有機物質の基本骨格を作る生物の重要な構成材料である一方で、これを構成元素とする無機材料にはグラファイトやダイヤモンドがあり、鉛筆の芯から宝飾品に至るまで人類の長い歴史の中で生活に深く関わってきた。現代では、炭素同素体であるグラフェン、カーボンナノチューブ、フラーレンが知られるようになり、これらの新しいナノ材料の研究が世界中で精力的に行われている。中でも、わずか炭素原子1層の厚さの2次元シート材料であるグラフェンは、高キャリア移動度、高い光学的透明性、優れた機械的性質、高い熱伝導率という特異な性質を持つことから、そのデバイス応用に注目が集まっている。一方、ダイヤモンドは、その美しさから宝石として、また、その硬さから研磨材として利用されてきたが、現代では、エレクトロニクス材料としての研究が行われており、ワイドバンドギャップ（5.47 eV）、高い熱伝導率、高いキャリア移動度、低い誘電率という特性から「究極の半導体」と呼ばれている。しかしながら、これらの材料について、実用的な結晶成長技術は未だ確立されておらず、そのデバイス応用に関しても実用的な段階には至っていない。近い将来、グラフェン、ダイヤモンドがデバイスとして実用化されるためには、その結晶成長技術の高度な成熟が必要不可欠である。本研究では、グラフェン、ダイヤモンドの薄膜結晶成長技術について詳細に研究し、デバイス応用に適した結晶材料を作り出すことを目指している。

光と波動を用いた次世代構造材料の局所的特性評価

代表者 ● 長　秀雄　機械創造工学科 教授
研究分担者 ● 米山　聡　機械創造工学科 教授、西宮　康治朗　機械創造工学科 助教、
竹尾　恭平　機械創造工学科 助教

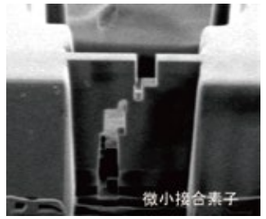
運輸機器は、省エネルギの観点から軽量化を目的として薄肉化や異なる種類の材料を接合して利用するマルチマテリアル化が検討されている。これらの材料の変形挙動や接合状態などの評価は、従来の引張試験をはじめとする古典的な試験では十分な評価が難しくなってきている。そのため、それらに代わる高精度かつ高分解を有する3次元的な変形（ひずみ）計測法や接着状態（接着強度や真実接着面積など）を局所的かつ非破壊的な評価が必要不可欠である。そこで本プロジェクトでは、主に以下の2つの主題に取り組む。1）可視光を用いた材料の高精度かつ非破壊によるひずみやその分布の計測に基づく材料特性評価。2）弾性波を用いた接着界面性状の評価法の確立。1）では、様々な応力状態下の薄板鋼板における広範囲の変形挙動を複数のデジタルカメラよって撮影された画像を用いて画像相関法とステレオ視によって動的に材料の変形状態を三次元的に捉え、破壊の起点のメカニズムを検討する。一方、異種材料の接着では，接着界面を伝搬する界面波や板状積層構造において存在する伝搬しない弾性波（Zero-group velocity Lamb：ZGV Lamb波）を用いて評価する手法の確立を試みるとともに光弾性法を用いた界面部の弾性波の伝搬挙動の可視化を行い、伝搬挙動に基づいた新しい界面評価パラメータの導出を試みる。このプロジェクトで得られる成果は、薄肉鋼板の使用や異種材による接合などの現在の産業界で最も必要とされている事項に直結しており、産業界の新しい技術の下支えになると期待できる。



異なる接着強度の界面での超音波の伝搬の光弾性像

2019年度～

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・数理学科 教授　研究分担者 ● 孫　悦　物理・数理学科 助教

汎用的量子アニーリングマシーンの登場により、超伝導デバイスによる量子情報処理の実現に強い注目が集まっている。しかしながら、絶対零度に近い極低温下で動作させる現在の超伝導量子ビットは、この四半世紀に発見された数々の超伝導物質の豊かな物性がまだ十分に活かされていないという意味で発展途上にある。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を最大限に引き出せる純良単結晶を作製し、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による薄膜化技術を駆使して、特異な物性の顕在化とそれを応用した機能デバイスの開発を目指す。具体的には、銅酸化物系 $Bi_2Ca_2SrCu_2O_y$ と鉄系 $Fe(Te,Se)$ の単結晶試料から作製した微小接合を用い、素子形状や素子構造による特性変化や強磁場・強電場中の特性変化を追跡し、巨視的波動関数の位相ダイナミクスやトポロジカル物性に関わる新奇物性を探索し、その機構を解明する。