

MATERIALS
SCIENCE

物質創成科学研究科
研究科案内

2011-2012

Nara Institute of Science and Technology
奈良先端科学技術大学院大学

目 次

研究科の概要	1
講座及び教育研究分野	3
カリキュラムの特徴	6
講座での教育・研究の概要	
・ 基幹講座・スーパー研究グループ	
量子物性科学	13
凝縮系物性学	14
複雑系解析学	15
高分子創成科学	16
光機能素子科学	17
情報機能素子科学	18
微細素子科学	19
反応制御科学	20
バイオミメティック科学	21
エネルギー変換科学	22
超分子集合体科学	23
生体適合性物質科学	24
光情報分子科学	25
超高速フォトニクス	26
ナノ構造磁気科学	27
グリーンマテリアル	28
グリーンナノシステム	29
グリーンバイオナノ	30
・ 連携講座	
機能物性解析科学	31
メゾスコピック物質科学	32
知能物質科学	33
機能高分子科学	34
環境適応物質学	35
感覚機能素子科学	36
・ 寄附講座	
濱野準一レーザーバイオナノ科学	37
設備機器	38
事項索引	43
教員索引	47

物質創成科学研究科の概要

人類の未来に役立つ新しい素材、機能材料を開発するために、物質の仕組みを電子、原子、分子レベルに立って深く理解し、それに基づいて全く新しい物質や構造を創り出し、また、新規な機能を創造することを目指しています。“基礎なくして応用なし”という信念から、基礎科学指向の研究を重視するとともに、“応用なくして基礎はない”という事実から、応用指向の研究を奨励しています。本研究科では、物質科学分野で世界的に評価される研究成果を挙げるとともに、次世代を担う創造性豊かな人材を養成することを目的としています。

具体的には、光と物質の相互作用を基礎として物質科学を捉え直した「光ナノサイエンス」を推進しています。「光で観る」、「光で創る」、「光で伝える」という観点から研究を推進することで、物理、化学、生物という既存の学問領域を越えた融合領域の展開を目指します。その研究成果は、新理論の構築、新現象の発見、新機能材料の創成、新技術の提供、革新的な装置の発明などとして結実し、私たちの未来を豊かにします。併せて、体系だった教育を通して養成した人材を、これからの産業界、学界を担う優れた技術者・研究者として社会に送り出します。



● 卓越した研究業績とそれを支える優れた研究環境

国際的に活躍している教授陣、各分野で嘱望されている若手教員を擁し、卓越した業績をあげています。科学研究費補助金をはじめ競争的外部資金の導入は、国内でトップクラスです。学生に対する教員数の比率が高いため、きめ細かなマンツーマン教育を実現しています。最新の研究設備が完備し、建物も新しく広々としたスペースで、心行くまで研究や勉強に打ち込める環境が整っています。また、研究科の共同施設である物質科学教育研究センターおよび9名の技術職員が、研究科の研究教育を全面的にサポートしています。

● 産学間の双方向的協力関係

物質科学技術の基礎的研究ならびに教育を行う15の基幹講座と1つの寄附講座、新材料の応用開発や新規デバイスへの展開を推進する6つの連携講座から成り立っています。連携講座は、企業の研究所など大学以外の研究機関が担当しています。したがって、本研究科の学生は、本学の施設や設備を使った教育・研究ばかりでなく、企業等の研究施設を利用した教育や研究指導を受けることもできるシステムになっています。従来の産から学への一方通行的な産学共同に対し、学も産に入り込んで双方向的な交流による成果を狙っているのが新しい点です。

● 幅広い学生支援システム

希望者のうち、博士前期課程では約6割、博士後期課程では全員がキャンパス内の宿舎に入居できます。また、希望者のほとんどが、日本学生支援機構の奨学金を受給しています。成績が優秀な学生は、TAやRAIに採用され、給与を受けることができます。外国で行われる国際会議に参加するための旅費を援助するばかりでなく、学術交流協定校が全世界に広がり、留学機会にも恵まれています。

NAISTにおける物質創成科学研究科

日本政府が掲げる21世紀科学技術の重点4分野は、IT、バイオ、ナノテク、環境です。NAISTは、このうちの3分野の研究を担う3研究科（情報科学研究科（IT）、バイオサイエンス研究科（バイオ）、物質創成科学研究科（ナノテク））から構成されています。物質創成科学研究科では、情報社会やバイオ技術を支える有益な機能材料を研究しています。このように本学では情報科学研究科、バイオサイエンス研究科、物質創成科学研究科の3つががっちり組んで先端科学技術の推進を図っています。



NAIST のハイテクトライアングル

物質創成科学専攻

講座及び教員		教 育 研 究 分 野	
基 幹 講 座 ・ ス パ ー リ ン グ リ ン グ プ	■ 量子物性科学 教授 柳 久 雄 准教授 山 本 愛 士 助教 石 墨 淳 志 助教 富 田 知 志	分子性結晶、ナノ粒子、超薄膜などのナノメートル構造物質の光学的・量子的性質をレーザー分光や顕微分光、プローブ顕微鏡などの手法を用いて測定・解析することにより、新しい光機能材料・素子の創成に関する研究・教育を行う。 ● 分子性結晶、有機薄膜、有機レーザー、有機増幅、有機エレクトロルミネッセンス、カーボンナノチューブ、フィールドエミッション、環境調和型発光デバイス、ナノ粒子、量子ドット、メタ物質、左手系媒質、レーザー分光、ラマン散乱、顕微分光、プローブ顕微鏡	
	■ 凝縮系物性学 教授 大 門 寛 准教授 服 部 賢 助教 武 田 さ くら 助教 松 井 文 彦	固体表面に原子・分子を吸着して形成する表面ナノ物質の物性(電気伝導・磁性・光・反応)を、その基礎となる原子構造や電子状態から解明する多様な装置を用いた研究・教育を行う。 ● 立体原子写真、固体表面、表面超構造、表面新物質、表面電気伝導、表面磁性、表面発光、表面反応、吸着脱離、原子配列構造、電子エネルギーバンド、フェルミ面、二次元光電子分光、走査トンネル顕微鏡、角度分解光電子分光、電子回折、光電子回折、光電子ホログラフィー、放射光、円偏光	
	■ 複雑系解析学 教授 相 原 正 樹 助教 稻 垣 剛 助教 重 城 貴 信	光で強く励起された物質の性質の理論的研究。強相関電子系における超高速光学応答、非線形光学応答、光誘起相転移、励起子ポーズ凝縮などを数式処理システムや並列計算システムを用いて解析する。 ● 強相関電子系、励起子、半導体、電子相関、光誘起相転移、光物性、超伝導、ジョセフソン効果、非線形光学、4光波混合、ポーズ凝縮、低次元物質、数式処理、並列計算、緩和現象、非マルコフ効果、ポラリトン	
	■ 高分子創成科学 教授 藤 木 道 也	共役高分子・超分子ポリマー・セラミックスの精密設計・合成・物性・光機能の相関解明を行う。 ● 円偏光、光学活性、らせん、半導体高分子、半導体セラミックス、発光材料、ポリシラン、 π 共役高分子、フタロシアニン、鏡像対称性の破れ	
	■ 光機能素子科学 教授 太 田 淳 准教授 徳 田 崇 助教 笹 川 清 隆 助教 野 田 俊 彦	高度情報化の中心的役割を担う新しいフォトニックデバイス、即ち光・画像情報を超高速かつ柔軟に処理する新機能の創出を目指して、光ナノサイエンス技術の実験と理論の両面から研究・教育を行う。 ● イメージセンサ、フォトニックデバイス、人工視覚デバイス、体内埋植デバイス、脳内埋植デバイス、バイオメディカルフォトニックLSI、CMOS集積回路、生体適合性材料、MEMS、 μ TAS	
	■ 情報機能素子科学 教授 浦 岡 行 治 准教授 石 河 泰 明 助教 西 田 貴 司 助教 堀 田 昌 宏	ディスプレイ、メモリ、LSIなど、次世代の情報機能をもつ半導体素子、電子デバイスの研究を行う。シリコンや化合物半導体を中心とした半導体薄膜や酸化物薄膜に、生体超分子や環境対応材料など新しい材料を導入し、表示機能、演算機能、記憶機能、通信機能、発光機能など様々な機能の高性能化をめざす。 ● 薄膜トランジスタ、ディスプレイ、フレキシブルデバイス、システムオンパネル、メモリ、LSI、バイオナノ材料、微細加工プロセス、発光素子、EL素子、ナノ粒子、High-K、誘電体、高周波通信デバイス、燃料電池	
	■ 微細素子科学 教授 冬 木 隆 助教 畑 山 智 亮 助教 矢 野 裕 司	半導体を基盤として原子レベルで制御された極微構造を有する電子材料の創成とデバイス応用にかかわる教育研究を行う。量子物性の発現を目指すと同時に高効率太陽電池や電力制御・変換デバイス開発などエネルギーエレクトロニクスへの展開をはかる。 ● 原子層レベル制御、結晶成長、太陽電池、微細電子デバイス、ワイドギャップ半導体、電力制御・変換デバイス、エネルギーエレクトロニクスデバイス	
	■ 反応制御科学 教授 垣 内 喜代三 准教授 森 本 積 助教 谷 本 裕 樹	光や金属触媒を用いた有機合成反応の新しい制御法の開発、および、それを活用した生理活性有機化合物や機能性有機材料の創成に関する研究・教育を行う。 ● 有機合成化学、有機光化学、有機金属化学、触媒化学、多環式有機化合物、タキソール、生理活性天然物、アルカロイド、炭素骨格変換、不斉光付加環化反応、マイクロリアクター、光解離性保護基、有機金属錯体、均一系触媒反応	
	■ バイオミメティック科学 教授 菊 池 純 一 准教授 池 田 篤 志 助教 安 原 主 馬	生体系に学び、生体系を超える人工ナノ組織体としての分子デバイスを開発し、物質科学、情報科学、生命科学などを融合した次世代ナノサイエンスの創成を目指して研究・教育を行う。 ● 人工多細胞組織体、分子デバイス、分子間コミュニケーションネットワーク、時空間分子認識、人工細胞膜マトリックス、人工シグナル伝達系、人工膜輸送、光電変換素子、情報変換素子、DNA光切断素子、分子センサ、ナノバイオリアクター、バイオインスパイアードシステム	
	■ エネルギー変換科学 教授 片 岡 幹 雄 准教授 上 久 保 裕 生 助教 山 崎 洋 一 助教 山 口 真理子	生体における光エネルギー・情報変換機構の解明、タンパク質構造形成及び機能発現の分子機構の解明など、生物物理学及びタンパク質設計工学に関する研究・教育を行う。 ● 構造生物学、生物物理学、光生物学、蛋白質設計工学、X線溶液散乱、中性子非弾性散乱、X線結晶構造解析、中性子結晶構造解析、低温分光法、振動分光法、テラヘルツ分光、蛍光寿命測定、組換えDNA技術、光受容蛋白質、光エネルギー変換、光情報伝達機構、機能性タンパク質、蛋白質構造形成、蛋白質動力学、人工蛋白質	

講座及び教員		教 育 研 究 分 野
基 幹 講 座 ・ ス ー パ ー リ ー 研 究 ゲ ル ー プ	■ 超分子集合体科学 教授 廣 田 俊 准教授 松 尾 貴 史 助教 長 尾 聡	生体超分子の構造・機能メカニズムを解明するとともに、生物が発揮している素晴らしい機能を化学的に発現し、それを利用する新技術の開発を行う。 ● 超分子科学、生体分子科学、ナノバイオテクノロジー、生物無機化学、生物有機金属化学、タンパク質科学、生物物理化学、光化学、生体機能関連化学、有機合成化学、錯体化学、触媒反応、光スイッチング技術、機能制御、酵素反応、金属タンパク質、DNA、分光法、機能性材料、メディシナルケミストリー、タンパク質構造異常病、薬学
	■ 生体適合性物質科学 教授 谷 原 正 夫 准教授 安 藤 剛 助教 廣 原 志 保 助教 寺 田 佳 世	生体と材料の相互作用の分子レベルでの解析から、新しい生体適合性材料、組織再生用足場材料、医薬、新治療方法等の創成につながる基盤的研究・教育を行う。 ● ポストゲノムサイエンス、インテリジェントマテリアル、ペプチド、人工コラーゲン分子、遺伝子治療、医薬、DDS、人工酵素、人工足場材料、精密設計高分子、光応答性マテリアル、光がん治療、光がん診断、X線癌治療、らせん形成高分子
	■ 光情報分子科学 教授 河 合 壯 准教授 中 嶋 琢 也 助教 湯 浅 順 平	光に応答し光を制御する分子・高分子材料および有機分子と強く相互作用するナノ結晶材料の合成・開発と解析評価方法について研究を進め、未来の情報技術を担う分子システムの構築を目指します。 ● 単一分子、フォトクロミズム、分子フォトニクス、光化学、分子キラリティー、導電性高分子、希土類蛍光体、イオン性液体、ナノ結晶、二光子光反応、電気化学、センサー分子
	■ 超高速フォトニクス 教授 河 口 仁 司 准教授 黄 晋 二 助教 片 山 健 夫 助教 池 田 和 浩	次世代の光通信網であるフォトニックネットワークを実現するため、超高速光信号処理や、光バッファメモリなどキーデバイスとなる新機能・省電力光半導体デバイスに関し、実験を主に教育・研究を行う。 ● フォトニックネットワーク、光RAM、光双安定素子、超高速光計測技術、スピンフォトニクス、光物性評価技術、マイクロ共振器レーザー、偏光双安定面発光半導体レーザー(VGSEL)、光デバイス作製技術
	■ ナノ構造磁気科学 准教授 細 糸 信 好	特異な磁気物性を示すナノ構造膜・多層膜を作成し、原子、電子レベルでの構造と物性の解明、新規磁性材料開発につながる機能性発現機構の解明などの基礎的研究・教育を行う。 ● ナノ構造磁性、表面・界面磁性、伝導電子の誘起磁性、間接交換結合、巨大磁気抵抗効果、スピントロニクス、磁気構造解析、共鳴X線磁気分光・散乱、放射光
	■ グリーンマテリアル 准教授 山 田 容 子	有機薄膜太陽電池などに利用可能な新規機能性有機材料の開発を目的に、有機半導体材料や近赤外領域に吸収をもつ色素、新規骨格を有する新しい芳香族化合物を設計・合成し、特性評価やデバイス評価を行う。 ● 機能性有機材料、有機半導体材料、機能性色素、有機薄膜太陽電池、ポルフィリノイド、アセン、構造有機化学、有機光化学
	■ グリーンデバイス 特任教授 中 村 雅 一 平成23年5月着任予定	有機結晶の配向制御、構造自己組織化プロセス、局所電子物性評価など、表面科学・材料化学・物性物理学・電子工学を総合的に応用し、持続可能社会を豊かに進化させる新たなエレクトロニクスを創出する。 ● 有機半導体、有機モット絶縁体、有機分子性固体、有機薄膜成長、自己組織化プロセス、走査型プローブ顕微鏡、構造評価、電光的分光法、THz分光法、有機薄膜トランジスタ、有機太陽電池、THzイメージングセンサ、フレキシブル熱電変換素子、フレキシブルエレクトロニクス
	■ グリーンナノシステム 特任准教授 内 藤 昌 信	高分子・超分子化学、有機合成、表面科学、光機能材料科学を基軸とし、地球規模での環境、エネルギー、資源問題を解決するための真の融合領域研究に取り組むことで、高度な専門知識と幅広い情報俯瞰能力を兼ね備えた研究者・技術者の育成を目的とする。 ● 高分子・超分子化学、表面科学、ナノチューブ、円偏光発光材料、タンパク質、エキゾチック自己組織化材料、ナノシステム、環境科学、低炭素化
	■ グリーンバイオナノ 特任准教授 細 川 陽 一 郎	レーザーにより細胞や蛋白質をナノレベルで操作・計測するための新技術を開発し、新しい観点から細胞や蛋白質同士さらには水分子との相互作用を明らかにし、細胞や生体組織のもつ環境適応感覚を理解し、応用するための研究・教育を行う。 ● 植物細胞、動物細胞、蛋白質、水分子、フェムト秒レーザー、光学顕微鏡、原子間力顕微鏡、レーザー誘起津波、レーザートラッピング

講座及び教員		教 育 研 究 分 野
連	■ 機能物性解析科学 教授 野村 康彦 教授 田中 誠志 准教授 佐野 健志	有機電子材料、薄膜半導体、マイクロオプティクス材料などの材料分野について、微視的な観点から解析を行うとともに、これらの材料系を用いた新規な機能デバイス開発を目指す。 ● 有機電子材料、エレクトロルミネッセンス、有機薄膜トランジスタ、薄膜半導体、ヘテロ接合、太陽電池、マイクロオプティクス材料、量子井戸構造、半導体レーザ、物性評価 (連携機関名: 三洋電機(株) 研究開発本部)
	■ メソスコピック物質科学 教授 山下 一郎 教授 足立 秀明 准教授 吉井 重雄	ナノとバイオを融合し、生体超分子を用いて水溶液中でナノ機能構造を作製するバイオナノプロセスの基礎・応用研究と、電子材料の薄膜形成・評価、デバイス応用を研究しています。 ● ウェットナノテクノロジー、バイオテクノロジー、ナノテクノロジー、融合研究、ナノバイオ、バイオセンサ、ナノエレクトロニクス、スピンエレクトロニクス、強相関電子材料、バイオミネラリゼーション、電子回路、エネルギーデバイス (連携機関名: バナソニック(株) 先端技術研究所)
携	■ 知能物質科学 教授 高橋 明浩 教授 向殿 充 准教授 和泉 真	高度ネットワーク社会、クリーンエネルギー・環境適応社会のニーズに適合し、新規デバイスを創出する材料(磁性材料・表示材料・半導体材料)の創成と応用。 ● 磁性体薄膜、液晶、有機発光デバイス、ナノ粒子 (連携機関名: シャープ(株) 研究開発本部)
	■ 機能高分子科学 教授 伴 正和 教授 青野 浩之 准教授 本田 崇宏	創薬ターゲットとしてキナーゼに着目し、コンピュータを用いたドラッグデザインやコンビナトリアルケミストリーなどの手法も用いながら医薬品の種となる新たな化合物の探索を行う。 ● 創薬科学、有機合成化学、医薬品化学、コンピュータケミストリー、コンビナトリアルケミストリー、キナーゼ、分子生物学、薬理学 (連携機関名: 参天製薬(株))
講	■ 環境適応物質学 教授 藤岡 祐一 教授 余語 克一 准教授 風間 伸吾	CO ₂ 分離回収・固定化技術の開発、および水素やバイオマスなどの新エネルギー技術の開発の2つの方向から、地球温暖化問題の解決に関する基盤技術(材料開発、ナノ構造制御技術)と応用・実用化研究(プロセス開発、システム設計)に関する研究・教育を行う。 ● 地球温暖化、CO ₂ 分離回収・固定、膜分離、吸着分離、新エネルギー(バイオマス、水素)、ナノ構造制御 (連携機関名: (財)地球環境産業技術研究機構)
	■ 感覚機能素子科学 教授 佐藤 敏幸 教授 小関 英一 准教授 西本 尚弘	MEMS (Micro Electro Mechanical Systems)、二次元X線検出器、分子イメージングなどセンサ・デバイス関連の基盤技術研究、高機能デバイスの研究、それらの技術を統合・集積化した超小型化学分析システムなど的高機能システム開発に関する研究・教育を行う。 ● センサ技術、 μ TAS (Micro Total Analysis Systems)、MEMS、分子イメージング、マイクロリアクター (連携機関名: (株)島津製作所基盤技術研究所)
寄附講座	■ 濱野準一レーザーバイオナノ科学寄附講座 特任教授 増原 宏樹 特任准教授 杉山 輝樹	レーザーにより蛋白質、ナノ粒子、細胞を単一レベルで、操作、配列、分光し、それらとレーザー光との相互作用を理解する研究を展開するとともに、レーザー結晶化、細胞チップ作製などの新手法の開発を図る。 ● フェムト秒レーザー、顕微鏡、レーザー誘起津波、光圧、細胞チップ、蛋白質、アミノ酸、神経細胞、有機結晶、ナノ粒子

物質創成科学研究科カリキュラムの特徴

I. 博士前期課程

博士前期課程では、物質科学に関する高度な専門知識を基盤に、研究・開発を主体的に担う人材の育成を目指した教育を行っています。

具体的な人材像は下記の通りです。

(1) 博士後期課程への進学を通じて将来の科学技術の発展を担う創造性豊かな研究者を目指す人材

(2) 主に産業界における開発研究業務に主体的に携わる人材

物質創成科学研究科では多様な知識と経歴をもつ学生を受入れ、物質科学分野における先端研究者・技術者へと育成することを目的としております。本研究科のカリキュラムはこのような条件を考慮して編成され、学生の希望する分野、進路に合わせた柔軟な講義の履修を可能にしています。さらに、博士後期課程への進学希望者は、前後期課程一貫の教育を受ける α コース、あるいは、ダブルメジャーを目指した複数専門分野に取り組む π コースを選択することができます。

(1) α コース

前後期課程で一貫した博士研究指導を行うことで専門領域に関する深い学識と豊かな創造力を有する人材を育成します。修士論文と博士論文の重複を避けるため、平成20年度入学者から修士論文に代えて特別課題研究報告書により修士を認定することとし、あわせて積極的な短期修了を目指します。

(2) π コース

融合領域の開拓を担う、複数の専門を有する柔軟で視野の広い研究者を目指し複数専門分野における研究指導を行います。その特徴として、博士研究の開始において学生がオリジナルな研究テーマを提案して修士研究とは異なる主指導教員を自ら選び研究指導を受けます。また、幅広い知識の涵養に対応したカリキュラムを用意しています。

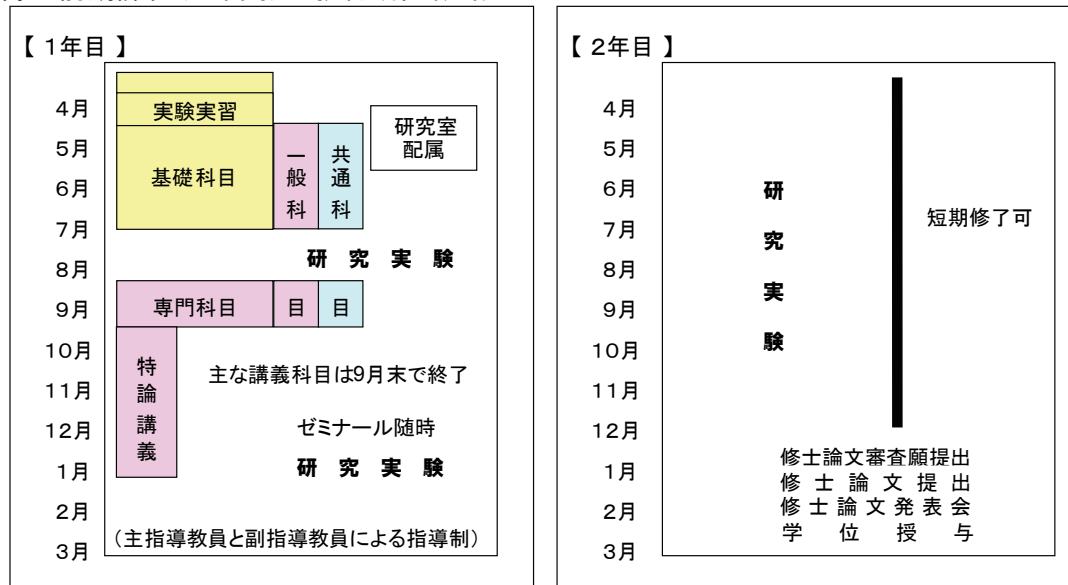
(3) σ コース

広汎な物質科学の専門知識と方法論を身につけた高度専門職業人を養成します。 σ コースでは、平成20年度入学者から修士論文に代えて先端課題に取り組む課題研究を選択することも可能になりました。

1. 集中的な授業日程

授業科目は、4月から9月の春学期に集中して開講されます。教育研究の概略を下図に示します。秋学期は、物質科学の融合分野をカバーする集中講義形式の物質科学特論I-IVと英語スキル向上のための物質科学英語 I~III、およびサイエンスリテラシーが行われています。また、特別課題研究や修士論文研究などが、10月から本格的に取り組める日程を組んでいます。

博士前期課程(2年間)の教育研究概略



2. 幅広い分野をカバーする基礎科目

物質科学の広範な分野を網羅し、かつ多様な分野からの入学者に対応するために、物性・デバイス系科目から化学・生物系科目までの幅広い分野で基礎が学べる「基礎科目」を設置しています。具体的には、まず4月入学直後に必修科目の「光ナノサイエンス概論」で物質創成科学研究科の全研究室で行われている研究の基礎と概要が、各研究室の教授、准教授により講義され、続いて、物質科学における光ナノサイエンスの基盤となる学術的なプラットフォームの形成のための「光ナノサイエンスコア」が全員必修で講義されます。また、光と物質の相互作用を理解するための基本科目「光と電子特講」や有機材料・生体材料の創成に必要な不可欠な基本科目「光と分子特講」、および光ナノサイエンスの先端融合領域開拓に必要な知識を講義する「先端融合物質科学」を開講し、これらの科目では習熟度に応じてエレメンタリークラスとアドバンスクラスのクラス別の講義を行います。さらに、物性科学のための「現代量子力学特論」「現代物理光学特論」、デバイスの基本的な原理を理解するための「先端半導体工学」「先端光電子工学」「先端電子材料」、有機材料・生体材料創成のための「現代有機化学特論」「先端高分子化学特論」「現代無機化学特論」「先端分子評価」や「先端生化学」が開講され、すべての科目が聴講できるカリキュラムを取っています。

3. 基礎科目を基礎とする専門科目と融合領域をカバーする物質科学特論

9月に開講される専門科目は、7月上旬まで開講された基礎科目の知識を基礎としており、物性・デバイス系と化学・生物系に分かれて先端分野の学習ができます。さらに、物性・デバイス・化学・生物の融合分野をカバーする「物質科学特論」4講義が、外部の最先端研究者からなる非常勤講師により集中講義形式で秋学期に開講されます。

4. 国際コミュニケーション能力の向上

先端科学技術を学ぶ学生にとっては国際的なコミュニケーション能力は必要不可欠であり、外国人講師による必修科目の「物質科学英語Ⅰ」および「物質科学英語Ⅱ」「物質科学英語Ⅲ」を開講しています。「物質科学英語Ⅰ」は5月から11月まで15名程度の小クラス制で行われています。入学直後と秋季に行われるTOEIC-IPテストの受験が「物質科学英語Ⅰ」の一環として義務付けられており、この能力試験などにより、英語能力の向上度をチェックします。また、英語でのプレゼンテーションスキルや学習スキルの向上を望む学生のために、「物質科学英語Ⅱ」「物質科学英語Ⅲ」が「物質科学英語Ⅰ」の終了後に開講されます。

5. 社会との関わりを深めるための充実した一般科目

物質科学の研究は、社会との結びつき無くしてはありえません。この観点から、技術者に求められている倫理を学ぶ「物質科学と倫理」、知的財産制度や特許およびわが国の科学技術政策の実施体制と求められる人材について知る「科学技術政策と知的財産」が必修科目として開講されています。また、春学期には「技術ベンチャー論」が開講され、実際に起業を行うにあたってビジネスモデルの作成法などを学びます。

6. 講座配属と修士論文研究、連携講座、短期修了、副指導教員制およびコース制

講座配属は、「光ナノサイエンス概論」での各研究室の研究の基礎と概要を聴講し、希望講座での「物質科学実験・実習」のあと、5月下旬に行われます。数回の希望調査を行い、最終的に配属希望者が多数の場合は、「光ナノサイエンスコアⅠ～Ⅲ」の成績等をもとに配属を決定します。

特別課題研究や修士論文研究などは、配属決定後スタートしますが、専門科目の終了する10月から本格的に行います。連携講座に配属された場合には連携機関先で修士論文研究などを行うこともあり、この場合でも研究科内に設けられた各連携講座やホスト講座の居室を利用できます。また、主指導教員と副指導教員からなる複数指導制により、きめ細やかで多面的な指導を行うとともに、各学生が高度で多方面な教育・研究指導を受けることができます。さらに、所定の単位を修得し、優秀な研究成果を修めた場合には、2年未満の在学期間で修士の学位を取得することができます。

博士後期課程への進学希望者は、 α コースあるいは π コースを選択することができます。 α コースでは、前期課程の当初から博士論文の完成を目指して集中的な研究指導を行い、専門領域に関する深い学識と豊かな創造力を有する人材育成を目指します。また、積極的に短期修了を推進しています。 π コースでは、融合領域研究を開拓する融合研究展開能力の強化を目指し複数専門分野における研究指導を行います。このため、 π コースでは博士前期課程から博士後期課程への進学時に指導教員を変更します。 α コースあるいは π コースを選択した場合には、主指導教員と副指導教員にさらに2名以上の教員を加えたスーパーバイザーボードを組織して、きめ細かい指導体制のもとで円滑な学位取得を目指します。また、これらの博士後期課程進学希望者については、講座配属を優先する制度を設けています。

博士前期課程の学生で広汎な物質科学の専門知識と方法論を身につけた高度専門職業人を目指す者は σ コースを選択します。 σ コースでは、主指導教員と副指導教員のきめ細かい指導体制のもとで円滑な学位取得を目指します。

7. 研究グループシラバス

研究指導の透明性を高め、学位取得を客観的、厳格にかつ円滑に行うために、各研究グループは研究指導に対するシラバスを公開しています。研究グループシラバスには、教育体制、研究やゼミの進め方などのほかに、グループごとの到達目標などが明示されます。このグループシラバスは、研究科全体で議論しながら改善を進めています。

別表：平成23年度に予定されている授業科目の内容

区分	授業科目名	担当教員	内容	備考
共通科目	情報科学概論	関・湊・山口・池田		
	バイオサイエンス概論			
	物質創成科学概論	山本・藤木・冬木 廣田・安藤・中嶋・細糸	情報科学や生命科学を支えている物質科学の基礎を物性、デバイス、化学、バイオの観点から学ぶ。	
	科学技術論・科学技術者論	磯貝・山下・渡辺 西山・小出・山地 畚野・脇田	毎回の講義に、科学技術の様々な分野で活躍されている著名な科学者・技術者・科学技術関連分野の専門家を招き、それぞれの視点から、科学技術に対する考え方や今後の方向について述べてもらう。また、科学技術者や専門家としての道のりについてもそれぞれの体験に基づく内容の講話を行ってもらう。	
	先端融合科学特論Ⅰ			
	先端融合科学特論Ⅱ			
一般科目	物質科学解析	石墨・松井・稲垣 笹川・西田・畑山 矢野・長尾	物質科学の講義理解と研究活動に必要な基礎的数学と実験データの取り扱いに関する講義・演習	
	物質科学英語Ⅰ	Leigh McDowell	物質科学に関する英語論文を正確にかつ論理的に書き、また読むことを学習	
	物質科学英語Ⅱ	Leigh McDowell	物質科学関連の国際会議において研究発表を行うことを目標として、発表原稿の作成法、発表方法、質疑応答の方法などを学習	
	物質科学英語Ⅲ	Leigh McDowell	e-ラーニングシステムの活用など自律的な英語学習のスキルを学ぶ。	
	物質科学と倫理	(中村収・中村務)	技術者に必要な倫理、日本の技術者社会に相応しい取りくみ方、日米の事例研究やグループ討議	
	科学技術政策と知的財産	井上・(大竹・松尾)	(科学技術政策)科学技術政策の変遷と科学技術政策担当者からの政策策定過程の紹介 (知的財産)知的財産権情報の調査・利用方法を習得する	
	サイエンスリテラシー	菊池・河合	光ナノサイエンス研究に必要とされる研究発表能力や論文執筆能力の向上、科学情報プロセスを習得	
	技術ベンチャー論	光井	事業計画書(ビジネスプラン)作成を通じて、先端科学技術の事業化、ベンチャー起業に必要な事業(経営)戦略、財務戦略、マーケティング等の基本的知識の習得を目的とする。	
	技術経営	光井	技術経営とは、一般に、研究開発型企業が、組織の持続的発展のために、自社の技術を事業成果に結びつけ、企業価値を創造することとされている。本講義では、実務家及び研究者を講師に迎えて、研究成果としての先端科学技術をいかに事業化するかという技術経営の基本的知識を習得することを目的とする。	
基礎科目	光ナノサイエンス概論Ⅰ	各講座教授・准教授	各講座および物質科学教育研究センターの各領域で行われている研究の基礎と概要を講義する。	
	光ナノサイエンス概論Ⅱ	各講座教授・准教授	各講座および物質科学教育研究センターの各領域で行われている研究の基礎と概要を講義する。	
	光ナノサイエンスコアⅠ	相原・服部・片山 畑山・池田・重城	物質の成り立ちを、電子、原子レベルで理解するために必要な基本概念を解説する。	
	光ナノサイエンスコアⅡ	柳・服部・細糸 野田・堀田・谷本 山口	電子、原子レベルでの分子や結晶の成り立ち、光学遷移、分子軌道法、結晶と逆格子について解説する。	
	光ナノサイエンスコアⅢ	柳・河合・山崎 廣原・寺田・湯浅	光ナノサイエンスの基盤となる分子の構造と性質に関し、量子化学を中心に基礎知識を習得する。	
	光ナノサイエンスコアⅣ	柳・大門・太田・冬木 山本・上久保・安藤	光ナノサイエンスの基盤となる光学の基礎と光と計測、デバイス、生物との係わりについて基礎知識を修得する。	
	光と電子特講Ⅰ	相原・黄 大門・服部・細糸	結晶回折、格子振動、フェルミ分布、電子エネルギーバンド、バンドギャップなどの固体物性の基礎を解説する。	
	光と電子特講Ⅱ	徳田・黄 大門・山本	金属や半導体のバンドや電気伝導、半導体の光吸収発光などの固体物性の基礎を解説する。	
	光と分子特講Ⅰ	谷原・森本・安藤 藤木・廣田・中嶋	分子材料における光ナノサイエンスの重要事項となる有機分子の構造と反応性に関する知識を習得する。	
	光と分子特講Ⅱ	廣田・松尾 池田篤・上久保・中嶋	光ナノサイエンスの基盤となる熱力学と生化学に関する基礎知識を講義する。	

区分	授業科目名	担当教員	内容	備考
基礎科目	先端融合物質科学Ⅰ	相原・黄 大門・服部・細糸	結晶の周期性、フォノン、フェルミ分布、電子の波数とエネルギー、エネルギーバンド、などの固体物性の基礎を解説する。	
	先端融合物質科学Ⅱ	谷原・森本・安藤 藤木・廣田・中嶋	先端融合領域における物質科学の重要事項となる分子性物質の構造および性質に関する知識を習得する。	
	先端融合物質科学Ⅲ	徳田・黄 大門・山本	固体材料における電子状態の基本概念を理解するために、電気伝導・光学特性・磁性などの多様な物性について解説する。講義では、金属や半導体の電気伝導を、電子の運動やエネルギーバンドを用いて説明する。	
	先端融合物質科学Ⅳ	廣田・松尾 池田篤・上久保・中嶋	前半は熱力学について基礎的な概念を理解し、化学現象を物理化学の観点からどのように説明できるかを知る。後半は、生体内におけるエネルギー変換、情報変換について物質科学の側面から解説する。	
	現代量子力学特論	(高橋聡)	古典力学の破綻、波動関数と演算子、シュレディンガー方程式、井戸型ポテンシャル、調和振動子、不確定性原理	
	現代物理光学特論	河口	幾何光学、マクスウェルの方程式、波動方程式と平面波、平面波の反射、透過、屈折、干渉と回折、光導波路、偏光、光デバイス	
	先端半導体工学	浦岡・石河	基礎的半導体物性をバンド構造を用いて説明し、トランジスタの動作機構を概説する。	
	先端光電子工学	太田	光電子デバイスの光機能を発現している光と物質の相互作用に基づく光電子工学の基礎を体系的に解説する。	
	先端電子材料工学	浦岡・石河	電子デバイスに用いられる機能性材料について、その物理的性質、電気的性質、応用素子の動作原理について解説する。	
	現代有機化学特論	森本・山田	芳香族化合物、カルボニル化合物の反応を中心とした必須有機化学反応について重点的に講義する。	
	先端高分子化学特論	藤木・安藤	高分子の合成や構造・物性解析に必要な重要事項を中心に講述する。	
	現代無機化学特論	松尾・(矢野重)	無機化学の重要事項、特に配位化学(錯体化学)の構造論、反応論について講述する。	
	先端分子評価	菊池・池田篤	化学反応を物理化学の観点からどのように説明できるかを知る。また、スペクトルを用いた分子の評価について講義する。	
先端生化学	谷原・上久保	免疫、発生、視覚、光合成など生命現象を分子レベルで理解し、創薬や治療法開発の基礎となる知識、考え方を講義する。		
専門科目	光物性	柳・山本	物質の電子エネルギー準位構造と光学的性質、特に分子の光化学過程および半導体の光物性について解説する。	
	表面構造解析	大門	反射高速電子回折(RHEED)を中心に、新しい構造解析法の光電子回折、ホログラフィー、立体原子顕微鏡などについて、その原理や測定法、使用方法を解説する。	
	固体電子構造	服部	原子の電子状態を基礎にして、分子や結晶などの物質構造の成立の仕組み・電子状態を解説する。	本年度 不開講
	物性理論	相原	生成消滅演算子、第二量子化、平均場近似、電子気体と誘電関数、超伝導、強相関電子系	
	フォトニクス	太田・徳田	光半導体工学を基本として、イメージセンサ技術の基礎からその応用までを講義する。	
	情報素子工学	浦岡・石河	記憶素子や演算素子など様々な電子材料によって作製された情報素子の動作原理、特徴、課題について解説する。	
	量子構造物質	冬木・畑山・矢野	極微構造を有する半導体において発現する量子物性について詳述する。	
	高分子機能材料	藤木	対称性、時空間(動的)キラリティー、トンネル効果などの重要事項を理解し、光学活性(らせん)の発生・増幅・反転・固定などの協同現象・光物性・光機能相関を学ぶ。	
	有機合成反応論	垣内・森本	標的とする有機分子の合理的・効率的な合成に必要な合成戦略(逆合成解析)の必須原理を概説する。	
	分子デバイス	菊池・池田篤	分子の自己組織化にもとづく分子デバイスの作製について、基本原理から具体的な応用例までを系統的に概説する。	
	タンパク質工学	片岡・上久保	タンパク質の解析法、設計原理を理解するための知識、考え方を講義し、人工タンパク質の設計・創成について考察する。	
	超分子科学	廣田・松尾	超分子科学の基礎、振動分光法の基礎と生体分子への応用、生体超分子の反応機構について講義する。	

区分	授業科目名	担当教員	内容	備考
専門科目	生物機能材料	谷原・安藤・廣原	生体組織と異物との反応、生体適合性材料としての高分子材料について解説する。	
	分子フォトニクス工学	河合・中嶋	分子フォトニクス材料の基盤となる分子と光の相互作用や光励起状態について講義し、最先端研究に関する理解を深める。	
	磁気物性	細糸	物質の磁性を理解するのに必要な磁性物理の基礎概念と磁気工学の基本を解説する。	
	超高速光技術	河口・黄	半導体レーザー、フォトダイオード等の半導体光デバイスに関して、材料、作製技術、動作原理・特性等を体系的に解説する。	
	先端物質科学技術特論	(連携講座教員)	物質科学の産業分野応用における最先端の話題について各連携講座教員により講義を行う。	
	レーザーバイオナノ科学特論	(増原・細川・杉山)	レーザーの基礎、光と分子系の相互作用を理解し、レーザーにより開かれたバイオ/ナノ科学分野の最新課題について学ぶ。	
	物質科学特論Ⅰ	(谷村)	本講義では、外部電磁場と凝縮物質系の相互作用の基礎過程を理解したうえで、①励起物質系における物性変化の特徴とその機構、②励起手法を用いた新規ナノ構造創製、③光誘起構造相転移による新物質創製への新たな試み、等について学ぶ。	
	物質科学特論Ⅱ	(門)	先端的エレクトロニクスとフォトニクスを用いて、無線通信や無線ネットワークを革新する事例を解説する。	
	物質科学特論Ⅲ	(千田・君塚)	本講義では天然物合成の方法論開発と合成例を解説し、物質科学の基礎知識を学ぶ。また、分子の自己組織化により、個々の分子にはない機能を設計するための、分子組織化学について、細胞膜、合成二分子膜、両親媒性超分子、集積型金属錯体をとりあげ、その基礎と展開について学ぶ。	
	物質科学特論Ⅳ	(横野・小幡)	「環境負荷のない光エネルギーを用いた触媒システム開発」のための基本的な考え方と応用例を学ぶ。また、高分子合成に関する速度論・確率論などの基礎項目を講義し、その適用方法を実際の研究を例に解説する。	
物質科学実験・実習	各講座教員	安全教育と、表面解析システムなど、超先端デバイス加工など、機能物質合成など、細胞培養と遺伝子取扱などから、2講座を選択して行う。		
ゼミナール A	配属講座教員	講演聴講や関連研究紹介により、自らの研究論文の背景や関連研究分野を理解する。さらに、ゼミ形式による発表を行うことにより、問題を発掘し、解決する能力を高める。		
ゼミナール B	配属講座教員	講演聴講や関連研究紹介により、自らの研究論文の背景や関連研究分野を理解する。とくにゼミ形式により関連分野の研究を深く理解するとともに自らの研究成果について発表を行うことにより、問題を深く理解し、解決する能力を高める。		
融合ゼミナール A	各講座教員	自らの研究論文の背景や課題および成果の位置づけを深く理解する目的で、ゼミ形式の発表を行う。また、異分野の教員との討論を通じて、融合領域におけるディスカッション能力の強化に重点をおく。		
融合ゼミナール B	各講座教員	自らの研究論文の背景や課題および成果の位置づけを深く理解する目的で、ゼミ形式の発表を行う。また、異分野の教員との討論を通じて、融合領域におけるディスカッション能力の強化に重点をおく。		
研究論文	配属講座教員	主指導教員をはじめとした複数の教員による指導・助言を受けながら、未知の研究課題について研究を行い、得られた結果に基づき論文を作成する。		
特別課題研究	配属講座教員	先端的な特別課題研究に取り組み、これを解決するとともに発展的な課題に取り組み、学位論文研究への展開を目指す。異分野の教員を含む複数教員からの綿密な指導を受け、研究成果をまとめる。		
課題研究	配属講座教員	与えられた研究課題について、学術的および技術的な背景を明らかにし、合理的な課題解決方法を提示する。得られた成果をもとに課題レポートを作成し、プレゼンテーションを行う。		

別表：平成23年度に予定されている授業科目の内容（博士後期課程）

区分	授業科目名	担当教員	内容	備考
国際化科目	物質科学英語Ⅳ	Leigh McDowell	物質科学関連の国際会議において研究発表を行うことを目標として、発表原稿の作成法、発表方法、質疑応答の方法などを学習	
	物質科学英語Ⅴ	Leigh McDowell	eラーニングシステムの活用など自律的な英語学習のスキルを学ぶ	
	物質科学英語研修	垣内	UC Davisにおいて開発された本研究科学生用プログラムとホームステイによる実践的英語研修	
	サイエンスリテラシー上級Ⅰ	配属講座教員	物質科学の先端融合領域を担う研究者にとって必要な学会等における高度な研究発表・ディスカッション能力の習得	
	サイエンスリテラシー上級Ⅱ	配属講座教員	国際的に活躍できる研究者を目指して国際学会等における研究発表・ディスカッション能力の習得	
	国際インターンシップ	垣内	国際的に通用する研究者を目指した中期間の海外研究機関における光ナノサイエンスに関する研究遂行	
	融合インターンシップ	配属講座教員	海外研究機関における短期実習、あるいは国内研究開発機関におけるインターンシップ	
	光ナノサイエンス特講	教務委員長	光ナノサイエンス領域で活躍する第一線研究者による最先端研究分野に関する講義	
融合専門科目	物質科学融合特講	大門、冬木、徳田、上久保、中嶋、山田、富田、武田、安原、内藤	・Learn about progress and current topic in the materials science and related fields.	
提案型演習科目	リサーチマネージメント演習 A	教務委員長	模擬研究提案の作成やプレゼンテーションなどの演習を通じて、自立した研究者に求められる研究経営能力を強化する。	
	リサーチマネージメント演習 B	教務委員長	実際に即した研究提案の作成やプレゼンテーションさらには成果報告などの演習を通じて、自立した研究者に求められる研究経営能力を強化する。	
	リサーチマネージメント演習 C	配属講座教員	主に産業界で求められ課題に関する調査や研究提案と討論などの演習を行い、おもに産業界で活躍する先端研究者に求められる研究経営能力の強化を目指す。	
	先端物質科学演習	配属講座教員	先端研究分野における課題や最新の研究開発技術に関する主体的な調査や将来のわたる研究動向の把握を通じて、先端領域における課題発見能力やディスカッション能力の涵養を目指す。	
融合ゼミナール	特別融合科学ゼミナール A	教務委員長	中間報告審査会を中心に、異分野の教員とのディスカッションやプレゼンテーションを行うことで、融合領域での研究に対応した研究能力を強化する。	
	特別融合科学ゼミナール B	教務委員長	中間報告審査会を中心に、異分野の教員とのディスカッションやプレゼンテーションを通じて、融合領域での研究に対応した研究能力を涵養する。また英語での発表やセミナーの進行など幅広い経験を積む。	
	特別融合科学ゼミナール C	教務委員長	博士論文に向けた展望や最新の研究成果に関して、他分野を含む複数の教員とのディスカッションや中間報告会での討論を行う。融合領域での研究に対応した研究能力の強化を計る。	
特別物質科学講究		配属講座教員	実際の研究に即した深い知識と幅広い技術を習得し、さらに成果発表や討論を行うことで、課題発見から成果公開および評価にいたる一連の研究プロセスを経験する。	

講座での教育・研究の概要

量子物性科学講座

URL : <http://mswebs.naist.jp/LABs/optics/index-j.html>



教授:柳 久雄
yanagi@ms.naist.jp



准教授:山本 愛士
aishi@ms.naist.jp



助教:石墨 淳
ishizumi@ms.naist.jp



助教:富田 知志
tomita@ms.naist.jp

■ 講座概要

電子をナノメートル(10億分の1メートル: 10^{-9} m)サイズの空間に閉じこめると、その波としての性質が著しく現れます。例えば、有機分子は原子が結合したナノメートル空間に電子を閉じ込めたまさに量子状態と言えます。また、半導体のナノ粒子は、バンドギャップエネルギーが大きくなり、バルク固体とは異なった色を示します。これらの個々のナノ物質の性質は、分子構造や形状、サイズによって制御することができます。さらに、量子物質を規則正しく配列し相互作用し合う状態をつくると、さまざまな新しい光学的・電磁気学的現象が生まれます。

本講座では、有機・無機を問わず量子効果の現れる分子、結晶、ナノ粒子、超薄膜を研究対象とし、光を用いた様々な実験的手法によって、物質の性質を量子力学的立場から明らかにするとともに、将来の光情報通信デバイスへ利用される新物質の創成を目指しています。

■ 主な研究分野

(1) 分子エレクトロニクス&フォトニクス

有機分子がもつ量子的性質を最大限に生かすため、その配列や集合・分散状態を制御することにより発現する単分子機能や協同的現象を利用して有機レーザー等の新しい発光デバイスへ応用する(図1、2)。

(2) ナノ構造物質の光物性

環境に対応したナノ粒子、不純物をドーブしたナノ粒子などナノ構造物質の光機能性を吸収、発光、顕微分光(単一粒子分光)、時間分解分光、ラマン分光測定により明らかにする(図3)。

(3) メタ物質フォトニクス

ナノ粒子、超薄膜など、電磁波の波長よりも十分小さな構成要素を組み合わせて、自然界にはない性質をもつ人工物質(メタ物質)を実現する(図4)。

■ 研究設備

- ・波長可変パルスレーザーシステム
- ・ピコ秒時間分解分光装置
- ・近接場光学顕微鏡
- ・顕微ラマン分光装置
- ・走査型トンネル顕微鏡
- ・集束イオンビーム

■ 共同研究・社会活動など

京都工芸繊維大学、産業技術総合研究所、神戸大学、岐阜大学、日信工業(株)、テクネックス工房(株)、(株)ホリゾン、理化学研究所、他

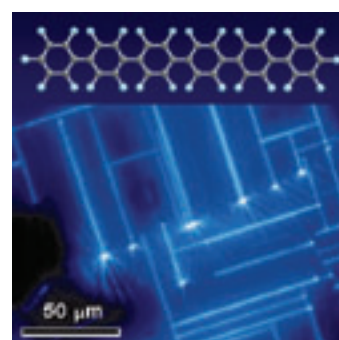


図1 分子結晶を用いた有機レーザー



図2 カーボンナノチューブを用いたフィールドエミッションデバイス



図3 不純物ドーブ半導体ナノ粒子 DA ペア発光

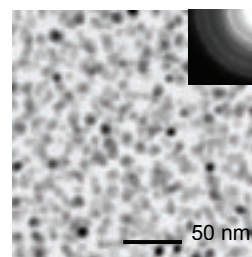


図4 Ni ナノ粒子膜

凝縮系物性学講座

URL : <http://mswebs.naist.jp/LABs/daimon/index-j.html>

教授: 大門 寛
daimon@ms.naist.jp



准教授: 服部 賢
khattori@ms.naist.jp



助教: 武田 さくら
sakura@ms.naist.jp



助教: 松井 文彦
matui@ms.naist.jp

■ 講座概要

ナノメートル以下のサイズになると、鉄も非磁性になるなど、全ての物質は通常とは異なる性質を示す。それらは省資源・ナノテクノロジーに必須な微小新材料であり、固体表面においては原子レベルで人工的に製作できる。当講座では、そのような表面ナノ新物質の原子構造や電子構造を研究する表面物性をテーマとしている。二次元光電子分光など独自の手法が特徴である。半導体表面上の超格子構造や磁性薄膜、また、触媒、分子エレクトロニクスなどに重要な分子吸着表面などを研究対象としている。

■ 主な研究分野

● 表面ナノ物質の原子配列構造解析、立体視

SPring-8 の円偏光軟 X 線と、独自の分析器 DIANA を組み合わせて、原子配列の立体写真を撮影し、特定の原子の周りの原子配列を立体測定している(図 1)。その他、走査トンネル顕微鏡 (STM) (図 2)、反射高速電子回折 (RHEED)、光電子回折 (PED) (図 3) などを駆使している。

● 光電子分光 (PES) による電子エネルギーバンドの詳細測定

直線偏光放射光を用いて、エネルギーバンドやフェルミ面を3次元マッピングし、その電子軌道を解析している(図 4)。また、超高分解能分析器 SES2002 を用いてホールサブバンド(図 5)を発見し、詳しく解析している。

● 表面ナノ物質の電気伝導、磁性、発光

表面ナノ物質系の表面電気伝導を4端子法、表面磁性をSMOKE、表面発光をPLで超高真空下で測定している(図 6)。

● 表面上の分子反応・原子挙動の解析

修飾した表面超構造上での、NO や、チロシンなどの分子吸着脱離を、STM、AES、LEED、TPD、ESD で反応初期過程を調べている(図 7)。

● 新装置の開発

広角対物レンズ立体視光電子顕微鏡などの新装置を開発している。

■ 研究設備

● 二次元表示型光電子分光装置 (DIANA) 世界唯一(図1)

試料から放出された、あるエネルギーの粒子の角度分布を歪み無く表示できる。SPring-8 と立命館大学、NAIST にて計 3 台使用している。

● 試料作成複合評価システム 世界最大(図 8)

3 台の「新物質作製装置」で作成した表面新物質を5台の評価・解析装置に超高真空搬送路で搬送する世界最大の複合評価システム。

■ 共同研究・社会活動など

国内外の研究者との共同研究の他、SPring-8、立命館大学 SR センター、米国放射光施設などを利用している。

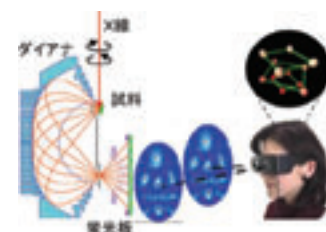


図 1 二次元光電子分析器 (DIANA) を立体原子顕微鏡として用いた原子配列の立体視

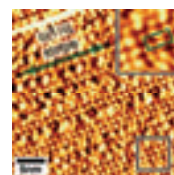


図 2 β -FeSi₂ 表面の STM 像

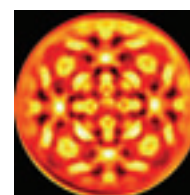


図 3 光電子回折パターン

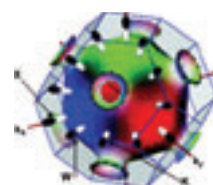


図 4 Cu の3次元フェルミ面と構成原子軌道

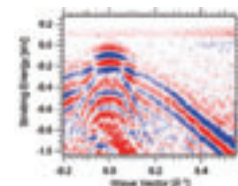


図 5 ホールサブバンド

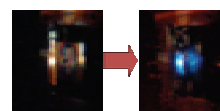


図 6 HVPE-GaN(0001) の表面清浄化処理による PL 発光スペクトルの変化

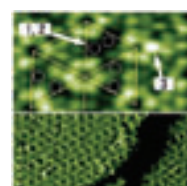


図 7 STM による吸着分子の観測



図 8 試料作成複合評価システム

複雑系解析学講座

URL : <http://mswebs.naist.jp/LABs/aihara/aihara.html>



教授: 相原 正樹
aihara@ms.naist.jp



助教: 稲垣 剛
inagaki@ms.naist.jp



助教: 重城 貴信
jujo@ms.naist.jp

■ 講座概要

本講座では、光誘起相転移など、強いレーザー光励起により創成された新物質相の理論的研究を行っています。従来の「物質の性質を探る手段としての光」という発想に留まらず、強い光励起により基底状態とは全く異なった新たな状態を作り出し、「物質の性質を変え制御する手段」として光を捉え直します。このような光によって生成された励起状態における新しい物質相を研究することによって、より一般的な視点から物質の本質に迫ることができます。そして、電子相関効果などの物理の基礎的問題の解明に新たな切り口をつけ、また基底状態では隠れていた新物性を見出すことが可能となります。独自に開発した量子統計力学用の数式処理ソフトのライブラリーと、並列計算機による大規模数値計算を武器として、これらの問題に取り組んでいます。

■ 主な研究分野

低次元強相関電子系における光物性、光誘起相転移の研究

銅酸化物などの低次元強相関電子系においては、スピンと電荷の自由度が異なる振る舞いをするために、高温超伝導現象などの興味深い現象が生ずることが知られています。最近では、強相関電子系における巨大かつ超高速な非線形光学応答や光誘起相転移などの特異な光学現象が注目されています。本講座では、低次元強相関物質における電荷とスピンの分離した光励起状態のダイナミクスや過渡的4光波混合、光誘起超伝導、光誘起絶縁体金属転移(図1参照)などの強相関電子系の光物性を研究しています。それにより、低次元強相関物質のエキゾチックで多彩な物性の解明に、新しい視点から迫りつつあります。

高密度励起子系の研究

半導体中の励起子は電子と正孔がクーロン引力で束縛された状態で、低密度ではボーズ粒子として振る舞います。一方、密度が高くなるとボーズ粒子描像は破綻し電子と正孔によって構成されるフェルミ粒子系としての様相を示します。このようなボーズ粒子系からフェルミ粒子系へのクロスオーバーは、高温超伝導の機構にも関係する現象ですが、強い量子ゆらぎと電子相関のために未だに多くの謎に包まれています。本講座では、励起子ボーズ凝縮相と電子正孔BCS相とのクロスオーバーや励起子超流動系の非線形光学応答に関する研究を行っています。更に、間接型半導体量子井戸中で超流

動状態にある高密度励起子系が示す特異なリング構造の解析も行っています。

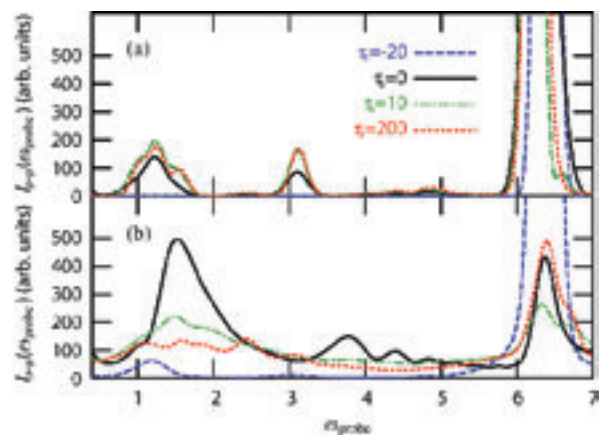


図1 1次元強相関電子系におけるパンププローブスペクトル。 τ_s はパルス間隔。(a)は弱励起の場合、(b)は強励起の場合。

■ 研究設備

PC クラスタ (<1 ノード単位構成> : 4×Quad Core Opteron CPU (2.3GHz), 32×2GB DDR2 PC2-5300, が 11 ノード, <1 ノード単位構成> : 2×Xeon X5560 Quad Core CPU (2.8GHz), 24GB DDR3 1333MHz, が 64 ノード); 後者は最新最高速のネットワーク QDR InfiniBand によりノード間をマルチレール接続することにより、大規模高速並列計算を可能にしています。また、並列計算用のジョブ管理ソフトウェア、デバッグツールなどの利用環境が整備されています。また、数式処理ソフトウェアは全機種にインストールされていて、各自のパソコンをフロントエンドとし、64 ビット高性能サーバー機をカーネルとする利用形態が可能となっています。

■ 共同研究・社会活動など

山梨大学、東北大学、筑波大学、東京大学、北陸先端科学技術大学院大学、KIAS、他

高分子創成科学講座

URL: <http://mswebs.naist.jp/LABs/fujiki/>



教授: 藤木 道也
fujikim@ms.naist.jp

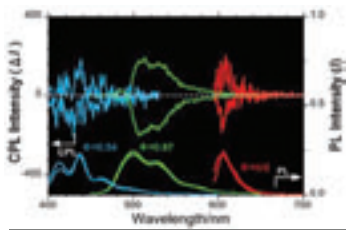
■ 講座概要

自然と共生する次代の機能高分子科学に向けて...38 億年前、地球上に誕生した生命の起源に思いをはせながら、持続発展可能な社会を目指し、環境・エネルギー・資源・安全・短工程・リユース性に配慮した次世代の光機能高分子・超分子・セラミックスの研究をすすめています。

■ 主な研究分野

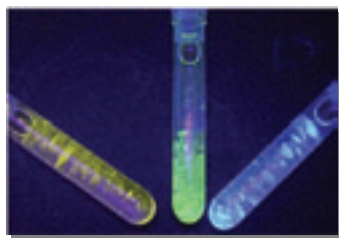
1. 円偏光吸収・発光高分子・超分子

天然の生物資源であるテルペン(オレンジ・ペパーミント)を溶媒や原料にして、完全円偏光性を示す共役高分子(ポリシラン、パイ共役高分子、フタロシアニン)や超分子を設計・創成しています。成果は新聞やホットニュースに選ばれています。



2. 共役高分子/セラミックス複合体

白色 LED やセンシングデバイスへの適用を視野に入れ、共役高分子・セラミックス複合体の設計と創成を行っています。成果は、(社)高分子学会より報道発表されました。



3. 鏡像対称性の破れ

自然界を支配する弱い力の起源に学びながら、らせんの発生・増幅・転写・反転・機能の発現と



制御に関する基礎研究を行っています。成果は、現代化学(東京化学同人)、パリティ(丸善)に解説記事として掲載されています。

4. 発光シリコン・結晶シリコン

ケイ素系高分子の真空熱分解により、フルカラー発光体と結晶シリコンの1段階合成が可能になりました。将来、太陽電池や薄膜トランジスターへの応用が期待できます。成果は新聞やホットニュースに選ばれました。



■ 講座所有研究設備

居室・実験室が分離された快適空間と1人1台のMac、Windows環境。紫外・可視・近赤外分光光度1台、蛍光・燐光分光光度3台、円二色/旋光分散分光光度計2台、円二色蛍光光度計1台、分子量測定(GPC)装置(2台)、高速液体クロマトグラフィー2台、ガスクロマトグラフィー1台、グローブボックス1台、旋光計1台、偏光顕微鏡1台、ファイバー分光顕微鏡2台、量子力学計算ソフト(Gaussian03, Material Studio)。

■ 共同研究・社会活動・所属学会

研究費: 科学研究費補助金、企業助成金、奨学寄付金

共同研究: (国内) 東京大学、九州大学、千歳科学技術大学、近畿大学、東京工業大学、理化学研究所、島根大学、福井工業大学 (国外) 韓国・慶北大学、オーストラリア Flinders 大学、中国・蘇州大学、国立台湾大学

所属学会: 高分子学会、日本化学会、アメリカ化学会、ケイ素化学協会、光化学協会、高分子学会・超分子研究会

光機能素子科学講座

URL : <http://mswebs.naist.jp/LABs/pdslab/index-j.html>



教授:太田 淳
ohta@ms.naist.jp



准教授:徳田 崇
tokuda@ms.naist.jp



助教:笹川 清隆
sasagawa@ms.naist.jp



助教:野田 俊彦
t-noda@ms.naist.jp

■ 講座概要

本講座では、高度情報化社会・超高齢化社会で中心的役割を担う画像情報を高速かつ柔軟に処理するための新しい光機能性の物質科学と素子機能創成の研究開発を目指します。

■ 主な研究分野

現行の進んだ半導体集積回路技術とフォトニクスを融合したフォトニック LSI デバイスを基本に、光機能材料・デバイス構造・フォトニクス技術の課題を理論と実験の両面から解明し、新しい機能を創出していきます。研究項目の具体例は以下の通りです。

① バイオメディカルフォトニック材料・デバイスの研究開発

・ Si-LSI 技術を基にしたフォトニックバイオ LSI。具体的には視覚再生を目指した人工視覚デバイス(図 2)や記憶メカニズム解明や機能性脳疾患治療に向けた脳内埋込型デバイス(図 3)。

② マイクロケミカルフォトニックデバイスの研究開発

・ フォトニック LSI 技術とマイクロケミストリを融合したデバイス。具体的には偏光計測機能を内蔵したフラッシュケミストリ応用に向けた Si-LSI 上マイクロ流路デバイス(図 4)。

③ 高機能イメージセンサ及びその応用システムの研究開発

・ デカナノメータ LSI 世代の System On Chip 技術に基づく高機能な CMOS イメージセンサ及びその応用システム。具体的には、Optogenetics 応用に向けた新しいバイオメディカルフォトニック LSI やナノフォトニクスに基づく新しい光機能素子。

■ 研究設備

①フォトニックデバイス作製・評価設備: DRIE、RIE 等方性ドライエッチャー、抵抗加熱蒸着装置、スパッタ装置、パリレンコーター、アッシャー、ワイヤーボンダー(ウェッジ、ボール)、フリップチップボンダー、ダイボンダー、エキシマレーザー、レーザーリペア、マスクアライナー(密着、両面、縮小投影)、SEM。

②フォトニック LSI 設計・評価設備: EWS、LSI 設計 CAD、デバイスシミュレータ(Medici、SPECTRA)、半導体パラメータアナライザ、データジェネレータ、ロジックアナライザ、ネットワークアナライザ、マニュアルプローバ、蛍光顕微鏡、電気生理実験設備等。

■ 共同研究・社会活動など

- 共同研究: JST-CREST「バイオメディカルフォトニック LSI の創成」(バイオサイエンス研究科細胞構造学講座、近畿大学医学部脳神経外科)、JST 脳科学研究戦略推進プログラム「高分解能人工網膜デバイスの開発」(大阪大学医学部眼科、(株)ニデック)
- 日本学術振興会第 125、174、179 委員会、JST さきがけアドバイザー
- IEEE ISSCC ITPC、応用物理学会、電気学会、映像情報メディア学会情報センシング研究委員会、日本光学会(応用物理学会)情報フォトニクス研究グループ



図 1: 講座研究内容

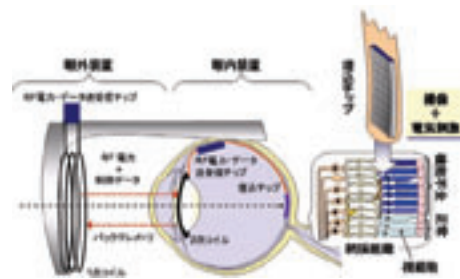


図 2: 人工視覚システム

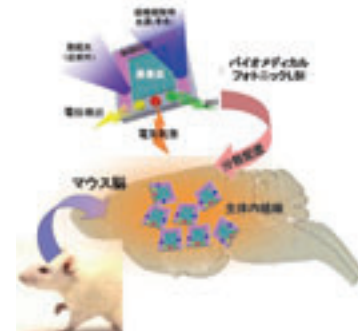


図 3: 脳内埋込デバイス

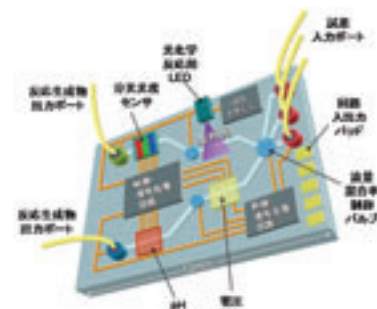


図 4: Chemo-LSI システム

情報機能素子科学講座

URL : <http://mswebs.naist.jp/LABs/uraoka/index-j.html>



教授: 浦岡 行治
uraoka@ms.naist.jp



准教授: 石河 泰明
yishikawa@ms.naist.jp



助教: 西田 貴司
tnishida@ms.naist.jp



助教: 堀田 昌宏
horita@ms.naist.jp

■ 講座概要

本講座では、半導体材料を基盤として、次世代情報化社会を支える情報機能素子を研究します。“ものづくり”を基本として、新しい材料、新しいプロセスを積極的に導入し、新機能、高性能な半導体デバイスやディスプレイを世界に向けて発信します。

- (1) シリコン、化合物、酸化物半導体をベースにディスプレイ、メモリ、LSI、燃料電池など幅広い応用分野をカバー
- (2) 生体超分子、環境対応材料など新しい材料を導入し、物質科学に基づいた新機能を実現
- (3) 素子の設計から作製、評価、理論解析、プレゼンテーションまで、実社会で即戦力となる一貫した研究能力の養成を3つの柱として、基礎から応用にわたる教育・研究を行います。

■ 主な研究分野

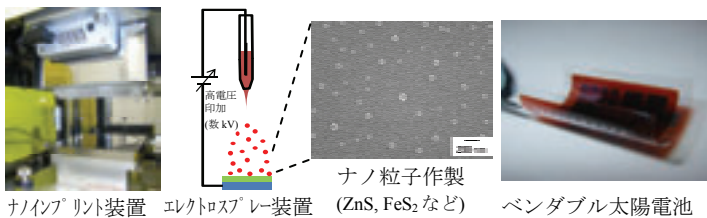
- [1] ナノ構造薄膜による不揮発性メモリ、超高集積回路
高品質薄膜堆積技術、微細加工技術、量子効果を利用した次世代情報端末を実現します。
- [2] グリーンレーザを用いたシリコン薄膜の低温結晶化技術
高性能なスイッチング素子をガラス基板上に形成し、ウェアラブルコンピュータの実現をめざします。
- [3] 蛍光体微粒子、酸化物半導体を用いたフレキシブルディスプレイ
ナノスケールの ZnS 微粒子を発光源に、ZnO などの酸化物半導体を駆動回路に用いたフレキシブルディスプレイを実現します。
- [4] タンパクなど自己組織化材料をもちいた新機能素子の実現
均一性、配置制御性を有したタンパクを使って、メモリ、バイオセンサー、MEMS などへの応用を展開します。(JST,CREST)
- [5] プリント技術を駆使したペンダブルデバイス
エレクトロスプレー法やナノインプリントなどのプリント技術によるペンダブルデバイスを実現します。

■ 研究設備

- ・クリーンルーム、レーザ結晶化システム、電子ビーム描画装置
- ・光学特性、マイクロ波デバイス測定装置、電子回路設計設備

■ 共同研究・社会活動など

- ・CREST、Panasonic、出光興産、三井造船、住友電工、味の素など
- ・IEEE UFFC、SSDM、AMFPD、IMFEDK 国際会議

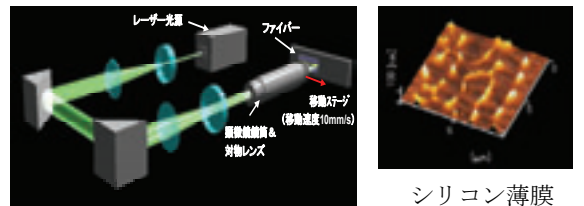


ナノインプリント装置 エレクトロスプレー装置 (ZnS, FeS₂ など) ペンダブル太陽電池

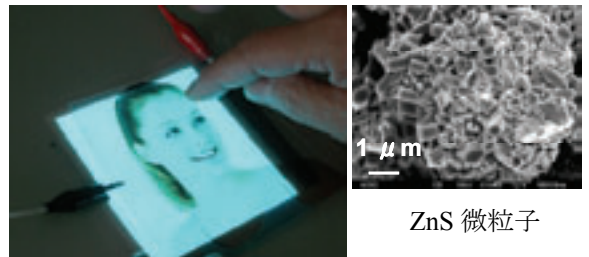
プリント技術によるペンダブルデバイス



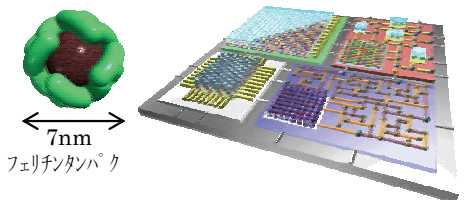
次世代機能集積素子システムオンパネル



シリコン薄膜のレーザ結晶化システム



無機 EL を用いたフレキシブルディスプレイ



バイオの技術を用いた未来の半導体デバイス



高誘電体膜によるマイクロ波導波路集積素子

微細素子科学講座

URL : <http://mswebs.naist.jp/LABs/fuyuki/index.html>



教授: 冬木 隆
fuyuki@ms.naist.jp



助教: 畑山 智亮
hatayama@ms.naist.jp



助教: 矢野 裕司
h-yano@ms.naist.jp

■ 講座概要

低炭素社会実現のための最重要課題として“クリーンエネルギー創成”と“エネルギーの高効率利用”がある。インフラシステムを構築するための基盤素子として“エネルギーエレクトロニクス”デバイスの開発が焦点の課題となっている。

本講座では、シリコンやワイドギャップ半導体(シリコンカーバイド)を取り上げ、

1. 原子レベルで制御された新規極微構造を有する電子材料の創成
2. 機能的量子効果物性の発現とその制御
3. 太陽電池や電力制御素子などエネルギーエレクトロニクスデバイスの開発

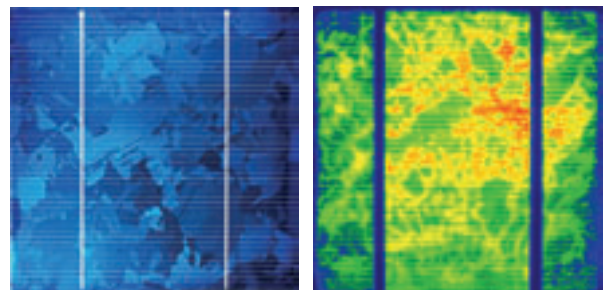
を3つの柱として、基礎から応用にわたる教育・研究を行う。



クリーンエネルギーのホープ太陽光発電システム

■ 主な研究分野

- [1] 半導体極微構造の作製と量子物性の発現・機能化
- [2] 高効率シリコン太陽電池の実現に向けた光電変換機能の3次元解析と新規作製プロセス開発
- [3] ワイドギャップ半導体シリコンカーバイド(SiC)の結晶成長と超低損失電力制御デバイスへの展開



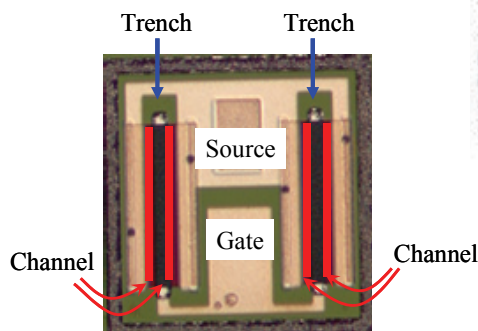
太陽電池素子光電変換機能の one-shot 2次元画像解析

■ 研究設備

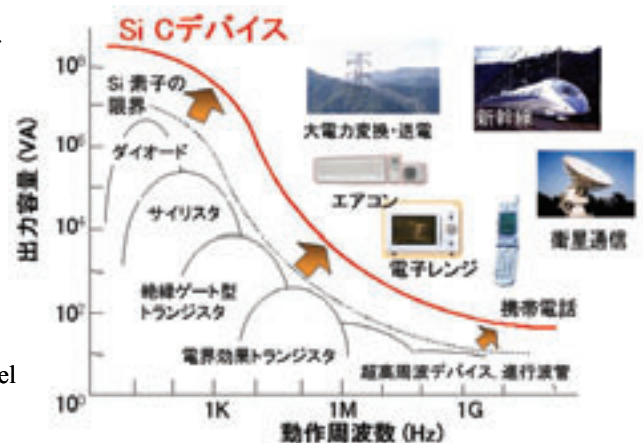
クリーンルーム、極微デバイス加工装置、半導体結晶成長装置、スペクトル分解光電変換機能解析装置、電気特性評価装置、など

■ 共同研究など

最先端研究開発支援プログラム、新エネルギー・産業技術総合開発機構(NEDO)、浜松ホトニクス等



SiC トレンチ MOSFET の試作



SiC による大電力制御素子の領域展開

反応制御科学講座

URL : <http://mswebs.naist.jp/LABs/kakiuchi/index-j.html>



教授: 垣内 喜代三
kakiuchi@ms.naist.jp



准教授: 森本 積
morimoto@ms.naist.jp



助教: 谷本 裕樹
tanimoto@ms.naist.jp

■ 講座概要

本講座では、“物質を創成する”ことを目的とした、有機合成反応の新しい制御法の開発と、その応用による、複雑な多環式有機化合物の合成と機能発現に関する研究、高機能性錯体の合成と新しい触媒反応の開発を行います。

■ 主な研究分野

(1) 生理活性化合物や機能性有機材料など、多様な機能を有する多環式有機化合物を合成する新しい方法論の開発を目指します。

- ・ 生理活性天然物の立体選択的合成研究
- ・ 窒素官能基の新規導入法開発とアルカロイド合成への応用
- ・ ルイス触媒環化反応の新しい制御法の開発
- ・ 不斉光反応による光学活性多環式化合物の合成研究

(2) 有機合成技術を駆使した有機光マイクロデバイスの開発を行います。

- ・ 有機光反応用流通式マイクロリアクターの開発
本研究科光機能素子科学講座と共同研究

(3) 環境に優しい有機合成プロセスの開発を目指します。

- ・ 外部試薬を必要としない脱保護反応：光解離性保護基

(4) 遷移金属錯体触媒を用いて、未利用炭素資源の新しい利用法を開発します。

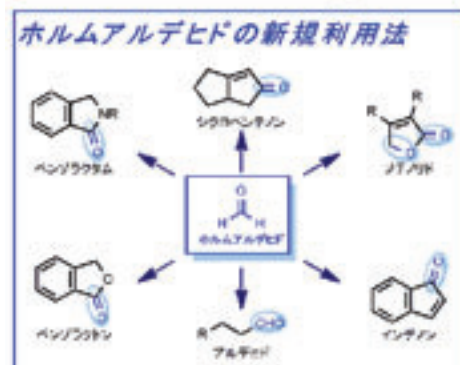
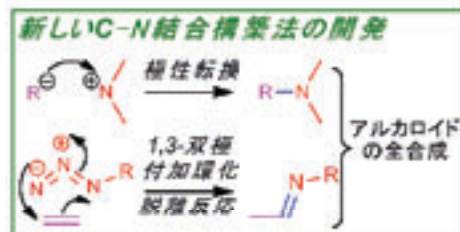
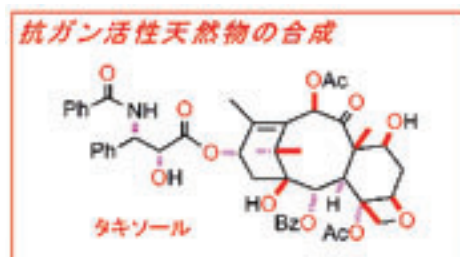
- ・ ホルムアルデヒドの新規利用法
- ・ 糖類の新規利用法
- ・ 二酸化炭素の新規利用法

■ 研究設備

- ・ 各種分析機器
500MHz NMR、GCMS、FTIR、紫外可視吸収分光計、蛍光光度計、GC、HPLC、旋光計
- ・ 精密合成用機器
リサイクル分取 HPLC、中圧分取 HPLC、グローブボックス、光反応装置、マイクロリアクター、超臨界 CO₂ 反応装置、低温恒温槽

■ 共同研究・社会活動など

- ・ 日本化学会、アメリカ化学会、有機合成化学協会、光化学協会
近畿化学協会、触媒学会



バイオミメティック科学講座

URL : <http://mswebs.naist.jp/LABs/kikuchi/index-j.html>



教授: 菊池 純一
jkikuchi@ms.naist.jp



准教授: 池田 篤志
aikeda@ms.naist.jp



助教: 安原 主馬
yasuhara@ms.naist.jp

■ 講座概要

当講座では、**生体系に学び、生体系を超える新しい分子材料、分子システムの開発**を通じて、物質科学が生命科学ならびに情報科学と融合した新しい研究領域の開拓を目指しています。

■ 主な研究分野

・ 新規バイオ・ナノマテリアルとしてのセラソームの開発

人工細胞膜の表面を原子1層分だけセラミックコーティングした新規のナノカプセル「セラソーム」を開発し、そのバイオ・ナノマテリアルとしての可能性を探索しています。例えば、セラソームの有する高い構造安定性を利用して、人工多細胞システムの構築、人工細胞の磁気マニピュレーション、高効率遺伝子導入法の開発などの研究を行っています。

・ 人工細胞を用いる次世代型情報通信システムの開拓

生体には無配線かつナノスケールで情報処理を行うシステムがあります。この生体系に学ぶことで、酵素や受容体などを組み込んだ人工細胞を用いて情報処理が可能な分子デバイスを開発しています。さらに、これら人工細胞の有機的な組織化・連係によって、情報媒体として分子を用いる未来の通信システム「分子通信」を開拓しています。

・ 高次 π 空間の組織化による分子デバイス作製

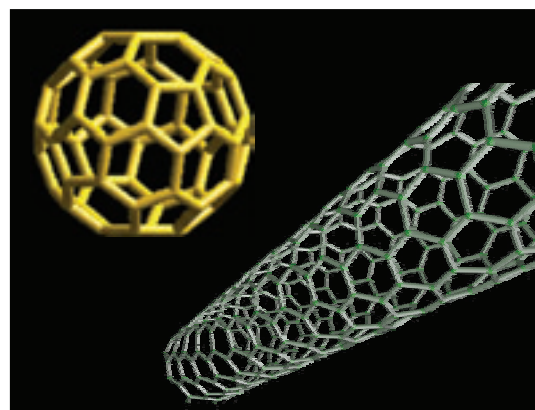
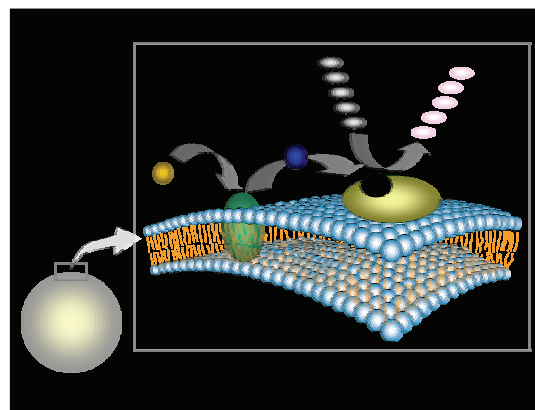
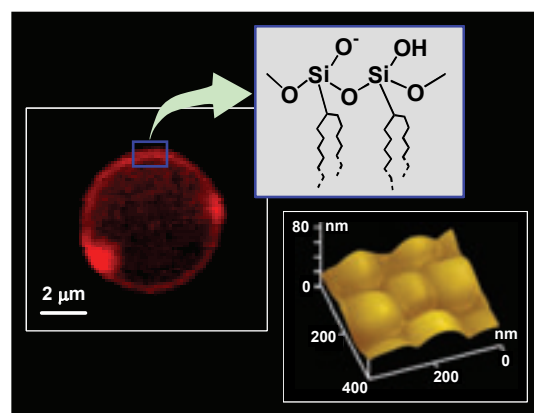
フラーレンやカーボンナノチューブなど高次 π 空間を提供できる分子素子を人工細胞膜に組織化して、それらの特性を利用した細胞活性制御、光電変換、センシングなど、様々な分子デバイスへの応用について研究しています。

■ 研究設備

分光分析装置(UV, CD, FT-IR, DLS, 蛍光, 瞬間マルチ測光システム, 表面・界面分光分析装置など)、合成機器一式(リサイクル分取HPLCなど)、LB膜作製装置、超高感度示差走査熱量分析計、ゼータ電位計、走査プローブ顕微鏡、蛍光顕微鏡、電気化学測定装置、生体分子間相互作用測定装置など

■ 共同研究・社会活動など

- ・ ミシガン大学(米国)、遼寧大学(中国)、東京医科歯科大学、九州大学、企業各社、学内および研究科内の他講座など
- ・ 日本化学会(生体機能関連化学部会、コロイドおよび界面化学部会、バイオテクノロジー部会)、アメリカ化学会、高分子学会、有機合成化学協会、日本ゾルゲル学会、生物物理学会、光化学協会など



エネルギー変換科学講座

URL: <http://mswebs.naist.jp/LABs/kataoka/mainpage.htm>



教授: 片岡 幹雄
kataoka@ms.naist.jp



准教授: 上久保 裕生
kamikubo@ms.naist.jp



助教: 山崎 洋一
yamazaki@ms.naist.jp



助教: 山口 真理子
myamaguchi@ms.naist.jp

講座概要

全ての蛋白質は遺伝情報に従って合成されます。遺伝情報にはアミノ酸の配列情報しか含まれていませんが、蛋白質が本来の機能を発揮するためには、正しく“折り畳まれる”ことが不可欠です。配列・立体構造・機能の関係、すなわち蛋白質の設計原理を明らかにすることで、新しい機能を持った蛋白質の創成が可能となります。最近では折り畳みの異常が引き起こす病気(アルツハイマー病等)や、折り畳みそのものが機能と密接に関連する蛋白質(天然変性蛋白質)の存在が明らかにされ、タンパク質の設計原理の理解は、タンパク質科学だけでなく、細胞生物学や病理学、創薬の中心課題になってきています(図1)。私たちは、光受容蛋白質、輸送蛋白質等の、機能性タンパク質の研究を通じ、蛋白質の設計原理を明らかにすることによって、新しい機能を持つ蛋白質を作り出す学問(蛋白質設計工学)を創出することを、究極の研究目標としています。

主な研究分野

(a)構造生物学 蛋白質の設計原理を明らかにするためには、アミノ酸配列にコードされた、立体構造形成や機能発現に関する情報を読み解く必要があります。我々は、アミノ酸配列の単純化や網羅的アミン挿入変異解析という手法を編み出し、アミノ酸配列上に記述された、これらの情報を抽出することに成功してきました(図2)。今後は、これらの情報を活用し、人工蛋白質の設計に役立てようとしています。さらに、蛋白質の機能発現にとって本質的な蛋白質動力学を、実験的・理論的に明らかにすることも重要な課題と考え研究を進めています。

(b)光生物物理学 光受容蛋白質は光によってスイッチがオンになります。私たちは高分解能中性子結晶構造解析により、発色団と蛋白質の間に低障壁水素結合という特殊な水素結合が形成されていることを世界で初めて見出しました(図3)。光により通常の水素結合に緩和することで情報が伝わる新しい仕組みを提唱しています。

(c)感覚生理学 光受容蛋白質と密接な関係がある情報伝達蛋白質の構造と機能を明らかにし、光情報伝達機構の解明を目指します。この研究は神経系のモデル系と考えられ、脳や神経伝達の理解とも密接に関係しています。

(d)計測 上述の諸課題を実行するために、シンクロトン放射光や中性子、レーザー計測など最先端の技術を応用します。そのための新しい測定装置や解析法の開発にも積極的に取り組んでいます。

研究設備

FTIR・ストップフロー装置・円二色性分散計・閃光分解測定装置・蛍光光度計・紫外可視分光器・動的光散乱装置・蛍光/燐光寿命計測システム・共焦点レーザー顕微鏡システム・蛋白質精製システム・シーケンサ・プラスミド調製ロボット・微量分注ロボット・蛋白質X線結晶構造解析システム・X線溶液散乱測定システム。

共同研究

国際共同研究(仏、独、米)。高エネルギー加速器研究機構やSPring-8におけるシンクロトン放射光、及び日本原子力研究開発機構における中性子を用いた研究他、国内外での共同研究多数。

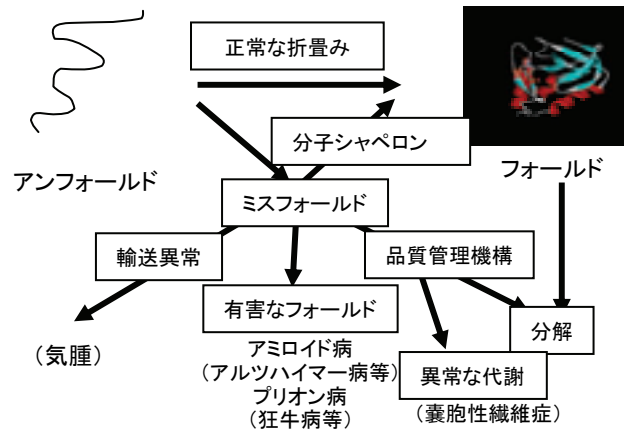
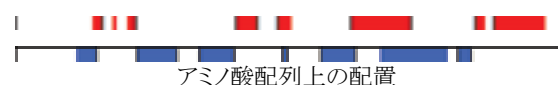


図1 細胞内でのタンパク質の動態



立体構造上の配置



アミノ酸配列上の配置

図2 構造・機能に重要な領域

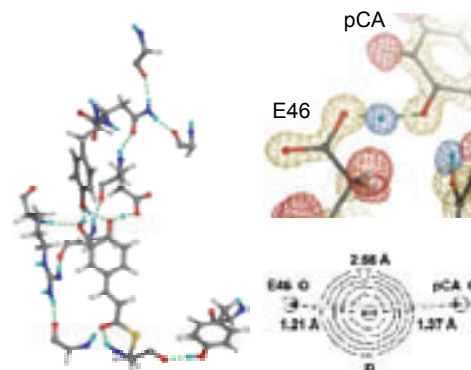


図3 PYP 発色団近傍の水素結合ネットワーク(左)と発色団とグルタミン酸46の間の低障壁水素結合(右)。高分解能中性子結晶構造解析による水素原子の観測が可能になった。

超分子集合体科学講座

URL: <http://mswebs.naist.jp/LABs/hirota>



教授: 廣田 俊
hirota@ms.naist.jp



准教授: 松尾 貴史
tmatsuo@ms.naist.jp



助教: 長尾 聡
s-nagao@ms.naist.jp

■ **講座概要** 生体内では、タンパク質、DNA、糖などの生体分子が相互作用して超分子集合体を形成し、生命活動を維持しています。当講座では、**分子レベルでの化学的知識に基づき**、様々な分光分析、タンパク質工学、有機合成の手法を駆使して、生体超分子の分子デザインとその応用利用を目指した研究をしています。具体的には、生物が発揮している素晴らしい性質を利用した次世代超分子の創成、非天然機能を有する人工タンパク質の創成、新規光応答性生体分子の開発と生体系への応用、更に、コンフォメーション病(アルツハイマー病や狂牛病など)の原因であるタンパク質構造変性メカニズムの解明と、その知見に基づくタンパク質変性阻害法の探索を行っています。

■ **主な研究分野** ● **新規生体超分子の創成**: タンパク質分子を構造ユニットとした新しい概念でのタンパク質超分子・ポリマーを創成し(図1)、新しい機能性生体材料の開発研究を行っています。

● **光応答性タンパク質・ペプチド・金属錯体の創成**: タンパク質の構造形成を光制御し、その構造形成過程を追跡することに成功しました。金属錯体では、光異性化するアゾベンゼンで2つの錯体を連結し、光により可逆的にDNA切断活性をon-off制御しました(図2)。これらの成果は、遺伝子操作、新しいがん療法の開発などに応用できる可能性があり、バイオテクノロジー、薬学などの分野で興味もたれています。

● **タンパク質変性過程の解明と阻害法の開発**: アルツハイマー病ではアミロイドβペプチドが沈着し、狂牛病ではプリオンタンパク質が凝集します。これらの病気は総称してコンフォメーション病(タンパク質構造異常病)と呼ばれていますが、構造異常化のメカニズムは依然不明のままです。本講座では、これらの疾病、タンパク質構造変性を分子レベルで理解し、その阻害法の開発を行っています。

● **生体内酵素の反応メカニズムの解明とメディシナルケミストリーを指向した生理活性分子の機能解明**: 生体分子は人間が実験室レベルで物質を制御するよりもはるかに効率よく機能しています。これらの反応の将来利用のため、これらの精密反応の分子レベルでの理解を目指しています(図3)。また、メディシナルケミストリーの観点より、生理活性小分子の機能発現機序の解明と、その知見を基にした精密分子設計および合成を行っています。

● **合成化学の手法を駆使した機能性タンパク質の創成**: 天然タンパク質に、有機/錯体合成により、有機金属錯体の導入(図4)およびアミノ酸側鎖を介した金属錯体形成を行い、ユニークな機能を持つ「分子デザインを基盤とした機能性生体分子の創成」を実施しています。さらに、遺伝子工学的手法との組み合わせにより、合成化学および生化学的アプローチの相補性を活かした生体分子デザイン法を研究しています。

■ **研究設備** 共鳴ラマン装置、ステップスキャン FT-IR(時間分解測定可能)装置、ナノ秒過渡吸収測定装置、ストップフロー装置、倒立蛍光顕微鏡、PCR、グローブボックス、HPLC、FPLC、各種分子生物学実験機器、各種タンパク質精製機器など本講座所有機器の他、共通機器を利用。

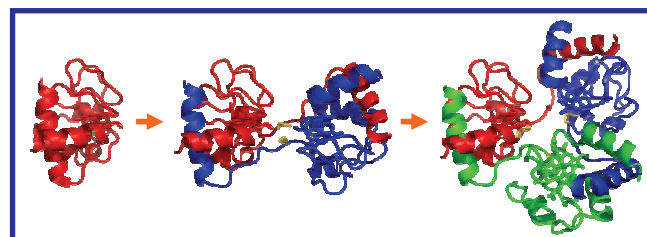


図1 新規タンパク質超分子・ポリマーの創成
(*Proc. Natl. Acad. Sci. USA*, 2010)

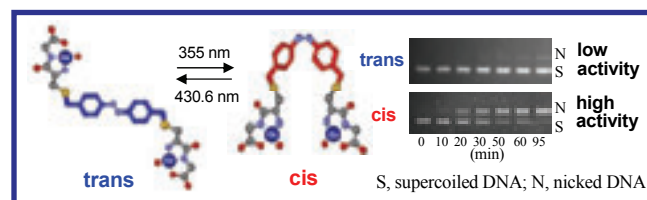


図2 光応答性錯体とDNA切断制御
(*J. Am. Chem. Soc.*, 2006; *Inorg. Chem.*, 2008; *Angew. Chem. Int. Ed.*, 2009)

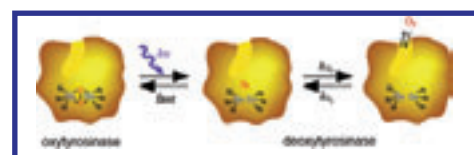


図3 酵素への酸素結合挙動の模式図
(*J. Am. Chem. Soc.*, 2005; *J. Biol. Chem.*, 2008; 2010)

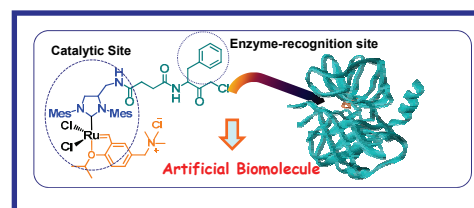


図4 有機金属錯体を有する人工酵素の構築

生体適合性物質科学講座

URL : <http://mswebs.naist.jp/LABs/tanihara/index-j.html>



教授:谷原 正夫
mtanihar@ms.naist.jp



准教授:安藤 剛
tando@ms.naist.jp



助教:廣原 志保
hirohara@ms.naist.jp



助教:寺田 佳世
kterada@ms.naist.jp

■ 講座概要

生体と材料の相互作用を分子レベルで解析して、生体適合性機構を解明し、これを基に、神経、血管、骨、皮膚等の再生医療を実現するための材料、新しい治療方法、新しい医薬やDDS等への応用につながる研究を行います。そのため、有機化学、無機化学、高分子科学、分子生物学、医学、薬学等の幅広い学問分野の知識・技術を生かして、新規な材料の分子設計と合成、評価を行います。これらの研究教育を通して、機能性材料の研究をリードできる研究者の育成を目指しています。

■ 主な研究分野

(1) 生体適合性機構の解明

生体(遺伝子、タンパク質、細胞、組織、個体)と材料の相互作用を分子レベルで解析して、生体適合性機構の解明と新材料設計に必要な基礎的知見を得ます(図1)。例えば、従来不可能であった小口径人工血管を可能にする画期的な抗血栓性材料の創成や合成らせん高分子の生体材料への応用を目指しています。

(2) 組織工学や再生医療を支える材料の設計と創成

有機ポリマーやタンパク質、多糖類、ペプチドを用いて、生体親和性が良いだけでなく、生体組織に積極的に働きかける機能性材料の創成を目指しています。材料の創成においては、ポリマーの構造を精密に設計できる精密重合法を用いることにより、通常の方法では得られない新機能性材料の創成を目指します。例えば、星形ポリマー分子から成る遺伝子キャリアー(図2)、骨形成を促進するペプチド、三重らせん構造を再現した人工コラーゲン分子、神経分化促進ペプチドなど、世界的に注目される研究成果を産み出しています。

(3) 光を用いた新しいがん治療法の開発

副作用の少ないがんの新しい治療法を目指し、腫瘍集積性を持つポルフィリンやポリマーを可視光あるいはX線と組み合わせることで、がん細胞を死滅させる光増感剤を開発しています(図3)。

■ 研究設備

高速液体クロマトグラフ(HPLC,GPC)、蛍光・吸光・発光プレートリーダー、ペプチド全自動合成装置、FE-SEM-EDX、DNA シークエンサー、PCR 装置、紫外・可視・赤外分光解析システム、デジタル万能材料試験機、共焦点レーザー顕微鏡、セルソーター、円二色性分散計、TEM、走査型プローブ顕微鏡、真空ライン重合装置、凍結マイクローム等

■ 共同研究・社会活動など

- 所属学会: 高分子学会、日本化学会、日本薬学会、バイオマテリアル学会、再生医療学会、アメリカ化学会等
- 共同研究: 京都大学、名古屋大学、東海大学、山梨大学、(財)医学研究所北野病院、大阪大学等
- 大学発ベンチャー:(株)PHG

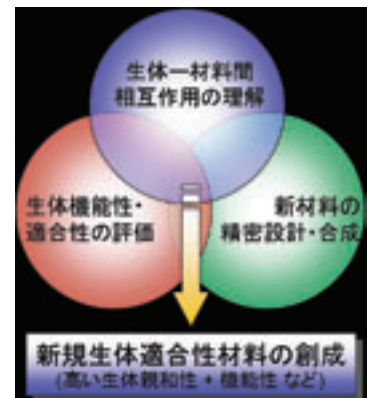


図1. 新規生体適合性材料の創成

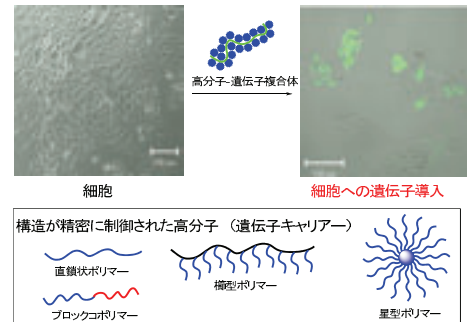


図2. 遺伝子キャリアーの創成

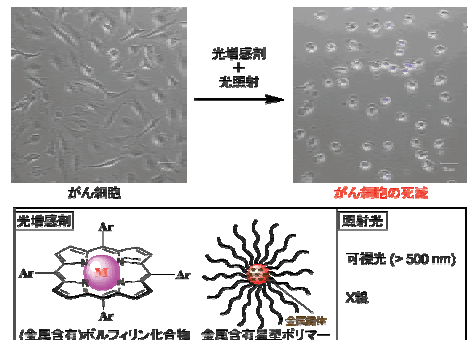


図3. 光化学がん治療法

光情報分子科学講座

URL : <http://mswebs.naist.jp/center/LABs/kawai/>



教授:河合 壯
tkawai@ms.naist.jp



准教授:中嶋 琢也
ntaku@ms.naist.jp



助教:湯浅 順平
yuasaj@ms.naist.jp

■ 講座概要

将来の通信、記録、センシング、バイオイメージングなど幅広い情報技術の飛躍に向けてナノメートルレベルの分子デバイスや超微粒子材料に期待が寄せられています。本講座では単一分子、単一粒子レベルの光と物質の相互作用を基盤に光情報材料の開拓を目指します。特に光応答性および光制御性を有する分子・高分子さらにはナノ粒子材料の開発を行います。

■ 主な研究分野

(1) フォトクロミック分子、 π 共役分子の開発

フォトクロミック反応に伴い π 共役系の拡がりが大きく変化するターアレーレン系分子を開発しています。超分子相互作用を利用した高効率光反応システムのほか(*Angew. Chem., Int. Ed.* 2011)、イオン間相互作用や蛍光など多様な分子物性を可逆に光制御できるフォトクロミック分子材料の開発に取り組んでいます(*Chem. Commun.* 2009, *Chem. Eur. J.* 2009)。また、電荷間の相互作用により平面構造や π 共役系の拡がりを切り替える新しい π 共役分子などの合成を進めています(*Macromolecules* 2009)。

(2) ナノ結晶材料の開発

半導体ナノ結晶材料の開発を行っています。強発光性ナノ結晶のほか、ナノ粒子の自己集合による超格子、ナノワイヤ形成、その表面科学を利用した不斉の記憶や認識などのキラル化学、および、イオン液体などの特殊な媒体との複合材料の開発を進めています(*Small* 2009, *JACS* 2009)。

(3) 強発光性金属錯体の開発

高効率の波長変換材料を創成するため、強発光性金属錯体の開発に取り組んでいます。右に示す一次元集積金錯体では、対アニオンの大きさに依存して金原子間の結合距離が変化することから、これに伴って青色から黄色まで発光色を変化させることが出来ます(*Inorg. Chem.* 2010)。またこのような強発光性錯体のナノ粒子材料化にも成功しております。

(4) 超分子蛍光センサーの開発

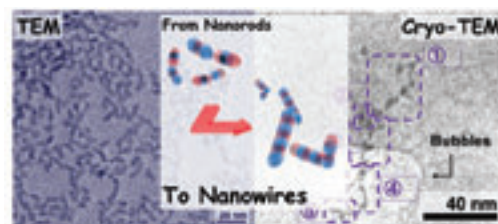
金属イオンとプローブ分子との段階的超分子形成を利用して、溶液中に存在する金属イオン濃度を可視化することのできる蛍光センシングシステムの開発に取り組んでいます(*Angew. Chem. Int. Ed.*, 2010, *Chem. Commun.* 2010) 右に示すプローブ分子は亜鉛イオンと段階的に組織構造を形成することで、亜鉛イオン濃度に応答した発光色変化を示します。

■ 研究設備

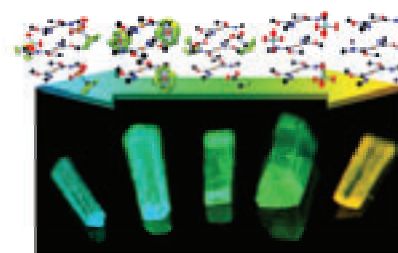
円偏光蛍光顕微計測装置、可視近赤外分光計測装置、グローブボックス HPLC、GPC、量子化学計算用 PC、偏光蛍光顕微分光装置 他



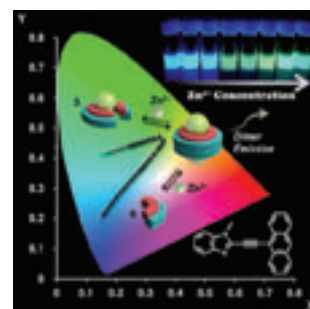
超分子相互作用を利用した高効率フォトクロミック分子システム



半導体ナノ粒子の自己集合によるナノワイヤ形成



一次元集積金錯体



段階的超分子形成を利用した亜鉛センシングシステム

超高速フォトニクス講座

<http://mswebs.naist.jp/LABs/kawaguchi/index-j.html>



教授: 河川 仁司
khitoshi@ms.naist.jp



准教授: 黄 晋二
koh@ms.naist.jp



助教: 片山 健夫
tkatayam@ms.naist.jp



助教: 池田 和浩
kazikeda@ms.naist.jp

■ 講座概要

本講座では、半導体光デバイスとそのフォトニックネットワーク（将来の光通信網）への応用について、“超高速”をキーワードとして実験を中心に研究を行っています。また、量子コンピュータや量子情報通信などの新技術に役立つ新しい光デバイスや、その基礎となる半導体物性の研究も行います。

■ 主な研究分野

1. 面発光半導体レーザ(VCSEL)の光信号処理への応用

VCSELは偏光双安定特性をもつため、機能素子としての応用が期待されます。レーザ発振偏光と偏光が直交する光パルスを入力することにより双安定性が得られます(図1)。この偏光双安定VCSELを用いた超高速・低消費電力で動作する光パケット通信用バッファメモリ(図2)を研究しています。ナノ加工技術を用いてVCSELを作製し、次世代光メモリを創製します(図3)。

2. 半導体中の超高速現象の測定・解明

フェムト秒という時間的に非常に短いレーザパルスを用いて半導体中の超高速現象を観測し、その物性について研究を行っています。様々な構造の半導体結晶やデバイスを作製し、その電子スピンドYNAMIXの測定を行い、将来の半導体スピンドバイスの高機能化に有用な多くの知見を得ています。

3. 量子状態を制御した新しい光半導体スピンドバイスの研究

電子スピン緩和時間が極めて長いGaAs(110)基板上の量子井戸に注目し、これを活性層としたスピンVCSELの作製および円偏光でのレーザ発振に成功しています(図4)。スピン偏極の制御による発振円偏光のスイッチングに関する研究も行っています。また、強磁性体電極から半導体光デバイスへのスピン偏極電子の注入についても研究を行います。

■ 研究設備

1. 超高速光信号処理システム:

1.55 μm 帯200fs光パラメトリック発振器, 40 Gbpsビット誤り率測定システム, 13GHzリアルタイムオシロスコープ, 0.01nm光スペクトラムアナライザ

2. 半導体結晶・物性評価装置:

4結晶X線回折装置, 10T超伝導マグネット, 100fs Ti:Sapphireモード同期波長可変レーザ, 時間分解PL測定用ストリークカメラ, 冷却CCD分光器

3. 半導体光素子製造装置:

分子線結晶成長装置(MBE), 反応性イオンエッチング装置(ICP-RIE, ECR-RIE)

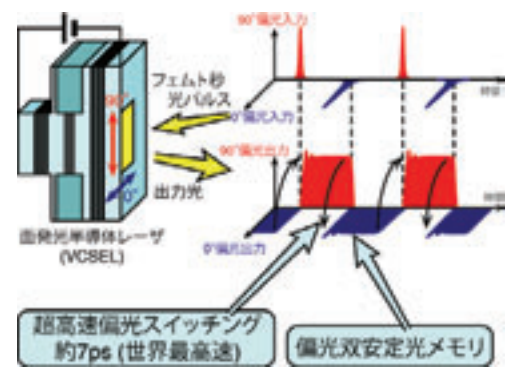


図1 偏光双安定面発光半導体レーザ

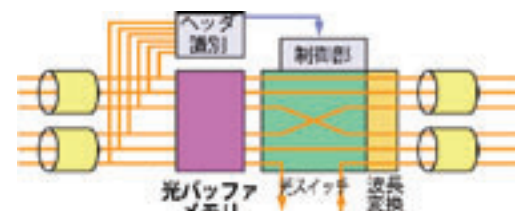


図2 光バッファメモリを用いた光パケットスイッチノード



図3 面発光半導体レーザ2次元アレイの電子顕微鏡写真

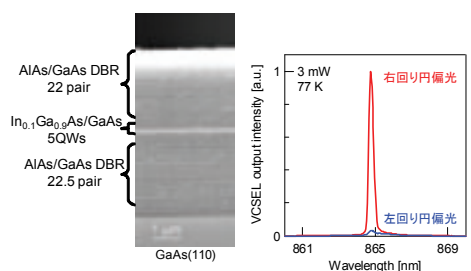


図4 GaAs(110)基板上スピンVCSELと円偏光レーザ発振

ナノ構造磁気科学講座

URL : <http://mswebs.naist.jp/LABs/hosoito/index.html>



准教授: 細糸 信好
hosoito@ms.naist.jp

■ 講座概要

本講座では真空蒸着法、スパッタ法などで金属磁性薄膜・多層膜を製作し、ナノ薄膜に特有な磁気現象、薄膜の構造と磁性の関連などについての基礎的な研究を行なっている。放射光X線を用いたナノ構造磁性の実験的研究が本講座の大きな特徴である。ナノ領域では、磁性層に接した非磁性層にも磁性が生じる。元素選択的な磁気構造解析が可能なX線分光法、共鳴X線磁気散乱法の開発、測定技術の改良、高感度化、解析法の精密化などを行い、スピネレクトロニクスにとって重要な「非磁性層の誘起磁性」や「伝導電子の誘起磁性」の研究を進めている。また、「元素選択的な磁化測定」を活用して磁気記録材料と密接な関係がある磁性複合膜の磁性を研究している。



図1. 共鳴 X 線磁気散乱測定装置

■ 主な研究分野

大きさが制限された系の構造、磁気構造、磁気物性の関連に着目して以下のような研究を行っている。

- ・ 磁性/磁性多層膜の元素ごとの磁気状態
- ・ 磁性/非磁性多層膜の磁気結合と輸送現象(巨大磁気抵抗効果、間接交換結合、量子井戸状態、スピネレクトロニクス)
- ・ エピタキシャル磁性/非磁性多層膜の非磁性層精密磁気構造解析
- ・ 間接交換結合系の非磁性層誘起磁気分極構造とその磁場変化
- ・ 磁気数層膜の磁気結合、磁気異方性、交換バイアス効果、磁化過程
- ・ 界面磁性、ナノ磁性
- ・ シンクロトロン放射光を利用した磁性測定技術(新しい実験技術・装置の開発、解析法の開発)

■ 研究設備

電子ビーム加熱超高真空蒸着装置、マルチターゲット・スパッタリング装置、温度可変振動試料型磁気測定装置、磁気抵抗測定装置、原子間力顕微鏡/磁気力顕微鏡、X線反射率測定装置、放射光X線散乱実験用電磁石(二台)、CCD 二次元X線検出器

■ 共同研究・社会活動など

共同研究: アルゴンヌ国立研究所(アメリカ)、高輝度光科学研究センター(SPring-8)、東北大学工学研究科、京都大学化学研究所など
所属学会: 日本物理学会、日本磁気学会

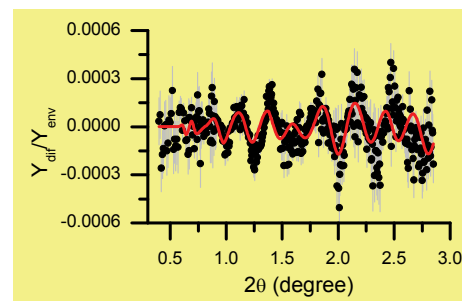


図2. 交換バイアス膜の反強磁性 MnIr 層に誘起された非補償磁化による磁気散乱プロファイル (Ir L₃ 吸収端)

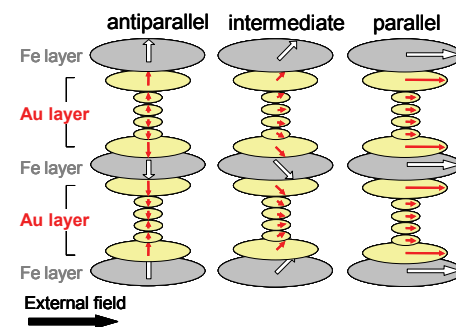


図3. Fe/Au 多層膜中の Au 層に誘起された磁気構造の磁場変化

環境フォトニクスSRG グリーンマテリアル研究ユニット

URL : http://mswebs.naist.jp/LABs/env_photo_greenmat/index.html



准教授: 山田 容子
hyamada@ms.naist.jp

■ 講座概要

新規機能性材料の開発を目的に、有機薄膜太陽電池などに利用可能な有機半導体材料や近赤外領域に吸収をもつ色素、新規骨格を有する新しい芳香族化合物を設計・合成し、特性評価やデバイス評価を行う。

■ 主な研究分野

(1) 有機半導体材料の開発

- 有機薄膜太陽電池や有機薄膜トランジスタなどへの応用をめざし、新しい低分子塗布型材料を開発する。特に溶媒に可溶な前駆体を基板に溶液プロセスで薄膜化した後、光を照射することで有機半導体薄膜へと変換するユニークな**光変換前駆体法**を展開する。
- 有機薄膜太陽電池の効率を上げるためには近赤外領域の有効活用が求められる。長波長領域に吸収を有する π 共役拡張型色素を開発する。また、p型に比べて報告例が少ないアセン系n型有機半導体材料の開発や、ヘテロ原子を組み込んだアセン類など新規材料の設計合成を行う。

(2) 新規ポルフィリン類縁体の合成と機能開発

- ポルフィリン類縁体は、生体関連機能材料として極めて重要な化合物である。最近我々は、三角形のポルフィリン類縁体 ([14]トリフィリン(2.1.1)) や近赤外に吸収を有する π 共役拡張ポルフィセンの合成に成功した。有機電子材料・発光材料・金属錯体としての可能性を秘めたこれら化合物の機能開発を行うとともに、さらに新しい骨格を有する化合物の開発に挑む。

■ 研究設備

- 可視近赤外分光計測装置、絶対蛍光量子収率測定装置、グローブボックス、電気化学アナライザー、蒸着装置、各種光源、疑似太陽光光源、GPC、HPLC、低温恒温槽など

■ 共同研究・社会活動など

- JST 戦略的創造研究推進事業 CREST「革新的塗布型材料による有機薄膜太陽電池の構築」(H22～H27)
- 共同研究：愛媛大学、山形大学、千葉大学、新潟大学、関西学院大学、神戸大学、大阪大学、南京大学（中国）、Yonsei Univ.(韓国)など
- 所属学会：日本化学会、有機合成化学協会、光化学協会、応用物理学会 M&BE 分科会、アメリカ化学会、イギリス王立化学協会など

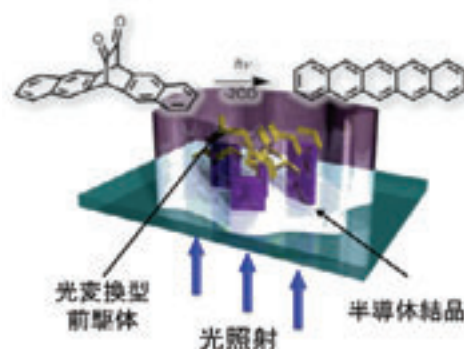


図1 ペンタセンジケトンからペンタセンへの光反応と薄膜構造制御概念図

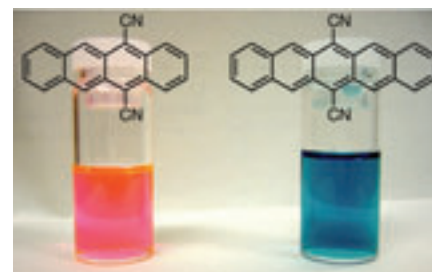


図2 新規ジシアノナフタセンとジシアノペンタセン

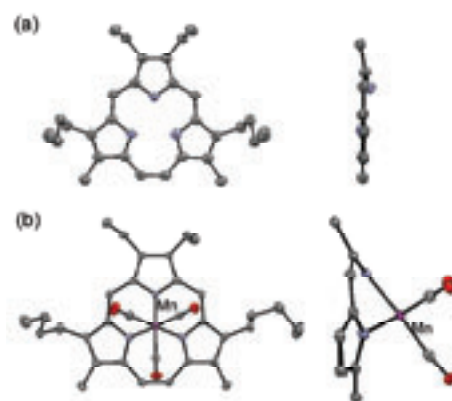


図3 (a)[14]トリフィリン(2.1.1)及び(b)そのMn錯体のX線結晶構造(top viewとside view)

環境フォトニクス SRG グリーンナノシステム研究ユニット

URL: <http://mswebs.aist-nara.ac.jp/LABs/env-photo/index.html>



特任准教授:内藤 昌信
mnaito@ms.naist.jp

■ 講座概要

当グループでは、高分子・超分子化学、有機合成、表面科学を基軸とし、地球規模での環境、エネルギー、資源問題を解決するための革新的な環境フォトニクス材料の開発を行っています。また、これらの研究活動を通じて、高度な専門知識と幅広い情報俯瞰能力を兼ね備えた研究者・技術者の育成を目指しています。

■ 主な研究分野

1. 発光性高分子・超分子の界面現象解明とその機能化

発光性共役高分子などの界面におけるコンフォメーション・トポロジー・配向現象に関する基礎研究を行っています。最近では、カーボンナノチューブ表面上に高分子鎖がラッピングする際のドラスティックなコンフォメーション変化を見出しました(*J. Am. Chem. Soc.* 2008) (図1)。分子レベルからナノチューブのポリマーブレンド化にアプローチすることで、有機太陽電池の高効率化などに展開していきます。

2. 円偏光発光性超分子の設計・創成と機能創発

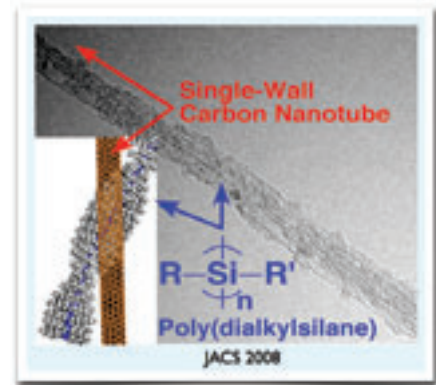
これまでに、球殻状タンパク質フェリチン内で合成したナノ粒子(図2) (*Angew. Chem. Int. Ed.* 2010)や環状多糖中に包接されたピレンダイマー(図3)からの円偏光発光の観測に成功してきました。本技術をもとに、円偏光有機 EL や円偏光多波長レーザをはじめ、次世代の低環境負荷光源として注目されている円偏光発光材料の設計と革新的な機能創発を目指します。

■ 研究設備

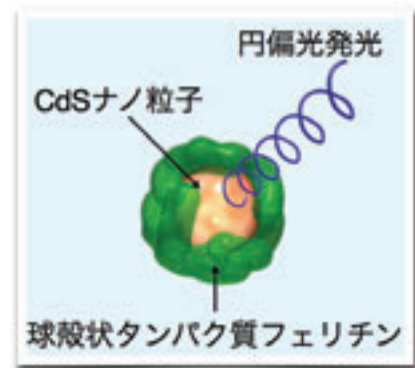
可視紫外近赤外分光光度計, 多角入射分解分光ユニット付顕微鏡 RAS-FTIR, 絶対量子収率測定ユニット付蛍光光度計, ポリマーヒータ付原子間力顕微鏡, 円偏光発光測定装置, Nd-YAG レーザ, 水晶発振子マイクロ天秤, クライオスタット, 分光エリプソメータ, 量子化学計算用 PC, 高速液体クロマトグラフ(リサイクル分取・分析, 絶対分子量測定), サイクリックボルタンメトリー, 電気光化学スペクトロメータ, SPG 膜乳化重合装置, パーソナル有機合成装置, 有機薄膜作製装置 他

■ 共同研究・社会活動など

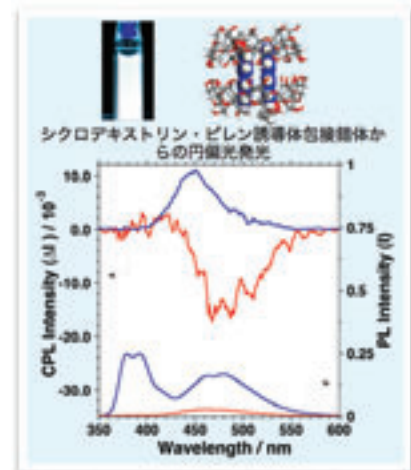
- 科学研究費補助金
- JST-さきがけ「ナノシステムと機能創発」
- 国土交通省「国際海運における温室効果ガス削減技術に関する研究開発」
- 企業との共同研究、民間財団からの奨学寄附金
- 共同研究: 京都工芸繊維大学、首都大学、大阪大学、同志社大学
- 所属学会: 高分子学会、日本化学会



1. シリコン高分子のカーボンナノチューブへのラッピング



2. 蛋白内包 CdS ナノ粒子の円偏光発光



3. 環状多糖に包接された強円偏光発光性ピレンダイマー

環境フォトニクスSRG グリーンバイオナノ研究ユニット



特任准教授: 細川陽一郎
hosokawa@ms.naist.jp

■ 講座概要

レーザーにより細胞や蛋白質をナノレベルで操作・計測するための新技術を開発し、新しい観点から細胞や蛋白質同士さらには水分子との相互作用を明らかにし、細胞や生体組織のもつ環境適応感覚を学び、新しいグリーンイノベーションを開拓していきます。

■ 主な研究分野

超短パルスレーザーを駆使した新しい細胞操作・計測方法の開発

光波の振幅数を数えられるくらいの時間に光を集中させた超短パルスレーザーを顕微鏡下で集光すると、光エネルギーを時間・空間的に極限にまで集中させた状態が達成されます。この濃縮された光エネルギーを細胞や細胞培養液に作用させると、ミクロンオーダーの集光点で爆発現象が誘起され、微小空間に強い衝撃波が発生します。この衝撃波を細胞に衝撃力として作用させることにより、単一細胞同士の接着力を測定したり(図1)、単一細胞へ遺伝子を導入したり(図2)することに成功しています。さらに、これまで難しかった1細胞への力学的な刺激にも成功しています。これらの細胞操作・計測技術は世界的に斬新なアイデアであり、多くの生物・医学分野の研究者と連携して、方法論の開発を進めています。

細胞・生体組織のもつ環境感覚の探索

生物組織の形態形成において、蛋白質・細胞・組織の構造変化のダイナミクス(動力学)は、本質的な問題です。近年では、これらのダイナミクスと生体機能創発の関係が注目されており、“メカノバイオロジー”という新しい研究分野が創設されています。当研究室では、レーザー誘起衝撃力を利用した上記の方法を駆使することにより、植物細胞や動物細胞の環境適応感覚をメカノバイオロジーの観点から理解しようとしています(図3)。特に、動かないという選択をして生きている植物は、力、光、温度、水分などの刺激を感知し、生理機能や形態を柔軟に変化させることで環境適応し、自己の生存を図っています。この様な植物さらには動物の環境適応感覚を理解することで、環境、エネルギー、資源問題を見据えた将来の工学研究を探索します。

■ 研究設備

フェムト秒レーザー細胞操作システム(高出力フェムト秒レーザー、顕微鏡、高速カメラ)、共焦点顕微分光システム、原子間力顕微鏡、細胞培養施設

■ 共同研究・社会活動など

濱野準一レーザーバイオナノ科学講座、バイオサイエンス研究科、京都大、近畿大、東京工業大、神戸大、北海道大、東京農工大、東北福祉大、陽明大(台湾)、国立交通大(台湾)、産業技術総合研究所など

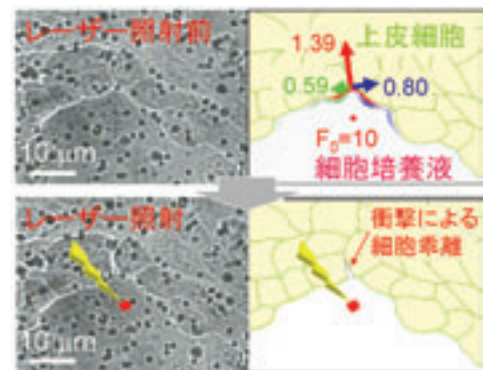


図1 フェムト秒レーザー誘起衝撃力により乖離する上皮細胞間の結合(顕微写真(左)とその模式図(右))。通常では不可能な1細胞レベルの乖離が誘導されている。細胞の受ける衝撃力の大きさは、原子間力顕微鏡を駆使した新手法で定量評価されている(右上図のグラデーションと矢印)。

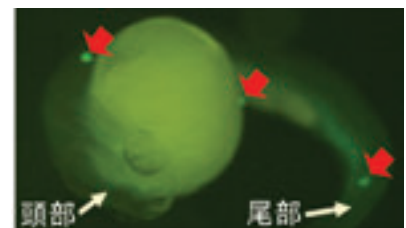


図2 フェムト秒レーザーによる魚胚への蛍光分子の導入。レーザーを照射した箇所(矢印)に、細胞内に分子が導入されたことを示す強い蛍光がみられる。同様に遺伝子やRNAの導入にも成功している。

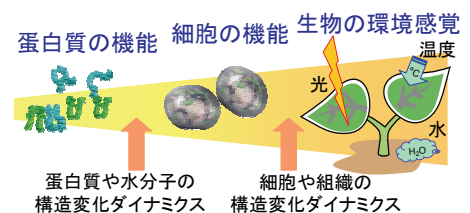
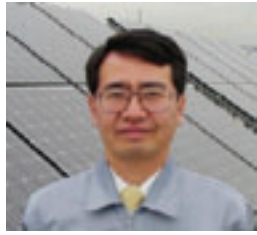


図3 蛋白質や細胞の構造変化ダイナミクスと生体機能創発。フェムト秒レーザー誘起衝撃力による細胞操作・計測方法を利用して、これらの関連性を明らかにし、生体のもつ環境適応感覚を理解していきます。

〈連携講座〉機能物性解析科学講座(三洋電機(株) 研究開発本部)

URL : <http://mswebs.naist.jp/LABs/sanyo/index-j.html>



教授: 田中 誠
makoto.tanaka@sanyo.com



教授: 野村 康彦
yasuhiko.nomura@sanyo.com



准教授: 佐野 健志
takeshi.sano@sanyo.com

■ 講座概要

21世紀の私たちの生活を考えると、地球環境を守り、持続可能性のある豊かな社会を創ること、そのために、クリーンなエネルギーを創り、蓄え、有効に活用する技術を開発することが重要になります。本講座では、

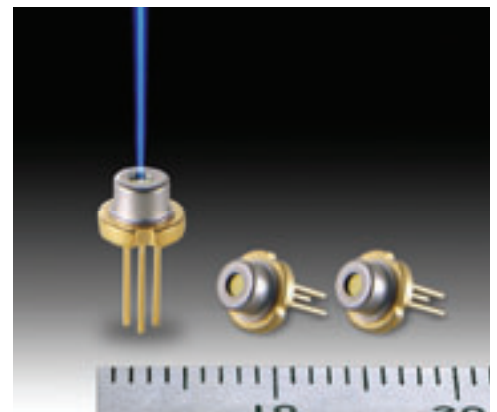
1. 次世代の太陽電池やディスプレイの中心となる薄膜半導体材料
2. 高性能な半導体レーザを実現するマイクロオプティクス材料
3. 革新的な電子デバイスを実現する有機電子材料、導電性高分子材料の3つの材料分野について、微視的な観点から解析を行うとともに、これらの材料系を用いた新規な機能デバイス開発を目指します。



太陽電池

■ 主な研究分野

1. 薄膜半導体材料
 - (1) 光電物性の解析
 - (2) 薄膜半導体材料の解析
 - (3) 薄膜半導体を用いた新型太陽電池の研究開発
2. マイクロオプティクス材料
 - (1) 化合物半導体結晶の解析、評価
 - (2) 量子井戸構造の物性と発光デバイスへの応用
3. 有機電子材料、導電性高分子材料
 - (1) 有機電子材料、導電性高分子材料の合成、成膜、物性評価
 - (2) 有機電子材料、導電性高分子材料を用いた電子デバイスの試作、特性評価、解析



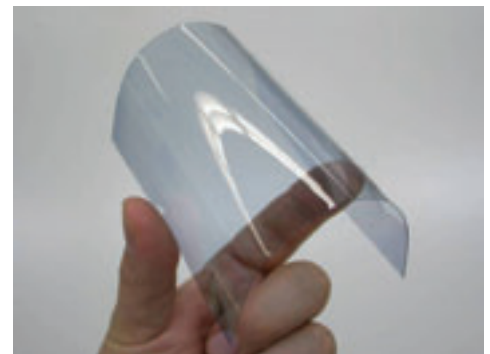
半導体レーザ

■ 研究設備

三洋電機(株)基盤技術研究所、ソーラーエネルギー研究所の各種製膜装置、分析評価装置及び本学基幹講座の設備を活用します。

■ 共同研究・社会活動など

1. 連携講座の特長を活かした、積極的な産学共同研究を進めます。
2. 応用物理学会、電子情報通信学会、日本化学会などを中心として研究発表などの活動を行います。



導電性高分子フィルム

＜連携講座＞メゾスコピック物質科学講座(パナソニック(株)先端技術研究所)

<http://mswebs.naist.jp/LABs/panasonic/top/top.html>



教授: 山下 一郎
ichiro@ms.naist.jp



教授: 足立 秀明
adachi.hide@jp.panasonic.com



准教授: 吉井 重雄
yoshii.shigeo@jp.panasonic.com

■ 講座概要

当講座では、ウエットナノテク・バイオナノプロセス研究、スピン・強相関エレクトロニクス材料研究と、確率共鳴情報処理研究を行っています。バイオナノプロセス研究では、バイオ分子による水溶液中ナノデバイスキーコンポーネント作製という新規な研究領域を世界に先駆けて切り拓いています。またその応用として新規情報処理への展開を行っています。また層状薄膜作成、スピンエレクトロニクス材料、強相関電子系材料等のメゾスコピックな物質の合成と新規機能創出の研究も行っています。

■ 主な研究分野

ウエットナノテク・バイオナノプロセス研究

ナノメートルオーダーの機能構造作製を水溶液中で可能とする人工改変タンパク質を利用した新規微細構造作製技術を開発しています。タンパク質の特性、①同じサイズであり理想的なナノブロックであること、②自己組織化により外部からの操作、エネルギー供給不要でナノ構造を作ること、③表面での半導体材料などのバイオミネライゼーションが可能であること、に注目して図1に示すようなナノエレクトロニクスデバイスの作製をめざした研究＝バイオナノプロセス研究を行っています。このプロセスは水溶液中で行われるため環境への負荷が少なく、常温常圧で行われる経済的なプロセスです。また、各種タンパク質の配置/配向制御技術と遺伝子改変技術をベースとして、電子デバイスだけでなく、バイオセンサーやエネルギー変換デバイス(量子太陽電池)への応用を目指した研究を行っています。

スピン・強相関エレクトロニクス材料研究

メゾスコピックレベルで発現するスピン・強相関系材料の機能解析を基に、従来の電子デバイスにはなかった電子とスピンの相互作用に着目した新しいデバイスの創出を目指した研究を行っています。

■ 研究設備

タンパク質遺伝子操作設備、タンパク質発現精製設備、AFM、STM、DSC、DLS、DTA、電界放射型走査電子顕微鏡、電界放射型 200kV 生物透過電子顕微鏡、拡散炉、熱処理炉、RTA 処理炉、エッチング装置、デバイス電気特性測定装置など

■ 共同研究・社会活動など

当講座では、科学技術振興機構・戦略的創造研究推進事業プロジェクトとの連携を行いつつ研究を行っています。特に、微細素子科学講座と情報機能素子科学講座とは連携して共同研究を進め、東北大学とは量子素子での連携研究を進めています。その他、東京工業大学、豊田工業大学、大阪大学、東京大学、鹿児島大学と共同研究を推進中です。

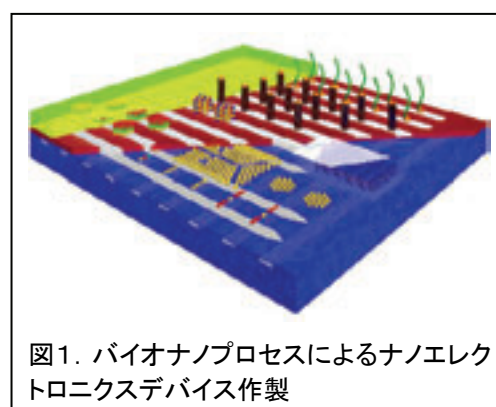


図1. バイオナノプロセスによるナノエレクトロニクスデバイス作製

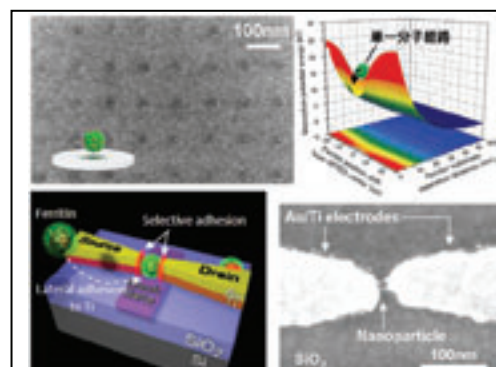


図2. タンパク質配置によるナノデバイスシリコン基板上単一ナノ粒子配置とナノギャップ電極利用単電子トランジスタの例

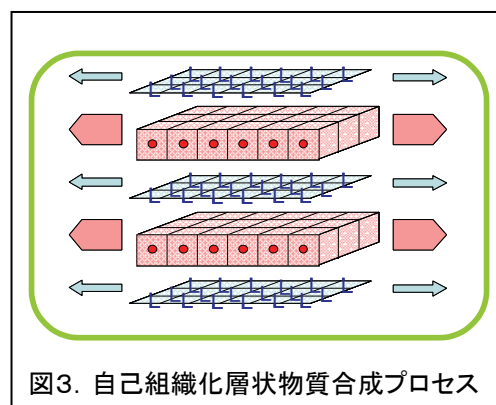


図3. 自己組織化層状物質合成プロセス

＜連携講座＞知能物質科学講座(シャープ(株)研究開発本部)

<http://mswebs.naist.jp/LABs/sharp/index-j.html>



教授:高橋 明
takahashi-akira@sharp.co.jp



教授:向殿 充浩
koden.mitsuhiro@sharp.co.jp



准教授:和泉 真
makoto.izumi@sharp.co.jp

■ 講座概要

本講座では、3人の教員がそれぞれの専門分野で新しいデバイスと材料研究を行っています。

磁性材料と光学材料研究を中心にしたメモリアイスの研究、液晶や有機ELのような表示装置に使われる材料や応用技術、および、新しい特性を持つデバイスの研究です。

■ 主な研究分野

1. 記録用材料

光ディスクや磁気ディスクなどのディスク型メモリは、材料開発とデバイス開発により記録密度が大幅に向上している分野で、常に技術革新が起こっている分野です。本講座では、記録媒体になる材料と、記録再生ヘッドに使われる新しい複合材料を研究しています。

2. 表示用材料

薄型テレビや携帯電話の表示装置など、薄型表示装置は幅広く使われており、高精細、高速応答、低消費電力など高性能化が求められています。そこで、パッシブデバイス用から自発光素子用材料まで幅広い研究開発を行っています。

3. 外場応答材料

原子サイズから数ナノメートルまでの微小な領域で結晶の構造制御を行うことで、特異な電子物性を実現できます。量子ドット試料と酸化物薄膜のヘテロ接合による電子準位の制御を通して、光、電場、磁場等の外場に対し、敏感に巨視的の応答する機能性材料を研究しています。

■ 研究設備

- | | |
|---------|----------------------|
| 1. 製膜装置 | ・スパッタ装置 (3元、5元マグネロン) |
| | ・有機膜製膜装置 |
| 2. 測定装置 | ・VSM (振動試料磁力計) |
| | ・分光器、カー効果、エリプソメータ |
| 3. 解析装置 | ・蛍光X線、X線回折 |
| | ・AFM |
| | ・蛍光量子収率測定装置 |



シャープ(株)研究開発本部
奈良県天理市機本町2613-1



有機膜製膜装置



VSM



蛍光X線

＜連携講座＞機能高分子科学講座(参天製薬株)

URL : <http://mswebs.naist.jp/LABs/santen/index.html>



教授:伴 正和
banm@santen.co.jp



教授:青野 浩之
aonoh@santen.co.jp



准教授:本田 崇宏
hondat@ms.naist.jp

■ 講座概要

低分子医薬品の研究開発は有機化学の力が大変重要です。本講座では創薬ターゲットとして、病態の発症や増悪に深く関わっているプロテインキナーゼに着目し、実際に新規な化合物を合成して、その薬理活性を評価し、新たな医薬品のリード化合物や医薬品開発候補の創成を目指しています。

■ 主な研究分野

当講座では、がんや加齢黄斑変性などの治療薬のターゲットとして注目されている血管内皮細胞増殖因子(VEGF)レセプターチロシンキナーゼに作用する化合物として、コンビナトリアルケミストリーにより1,4-ベンゾオキサジン-3-オン誘導体(図1)を見出しています。さらに分子内非結合性(S-O, S-N, O-N)相互作用を有する2-(4-ピリジルメチルチオ)ニコチンアミド誘導体やジアゾール誘導体、インドール誘導体(図2)のデザインと合成も行い、それらのキナーゼ阻害活性評価も行っています。そして合成した化合物の安定なコンフォメーションとその阻害活性に相関があることを、X線結晶構造解析やドッキングシミュレーションなどを利用して考察しています。またスクアリン酸から誘導される新規な環状スクアリン酸アミド誘導体の合成法を開発し、カルシウム拮抗作用を有する極めてユニークな環構造の化合物も見出しています(図3)。当研究室ではこのように非結合性相互作用を持つ誘導体やスクアリン酸アミド誘導体の合成研究により、がんをはじめ慢性の炎症性疾患の治療剤や免疫抑制剤などを見出し、医薬品の創成に貢献したいと考えています。

■ 研究設備

液相・固相対応パラレル合成装置、フラクションコレクター連動クロマトグラフィー装置、FT-IR赤外分光光度計、液相対応12連パラレル合成装置

【共通設備】

FT-NMR(270, 300, 600MHz)、有機低分子X線構造解析装置
二重収束型質量分析計 以上 物質創成科学研究科所有

FT-NMR(400, 500MHz)、LC-MS、HTS装置

液相・固相対応パラレル合成装置 以上 参天製薬(株)奈良研究開発センター所有

■ 共同研究・社会活動など

他企業等

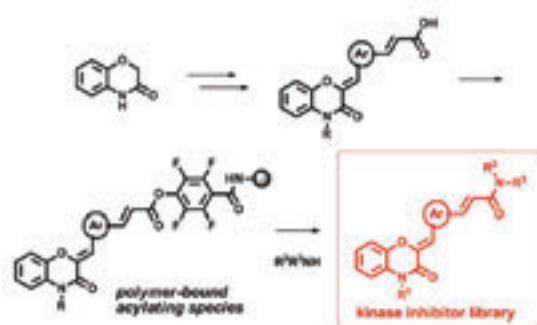
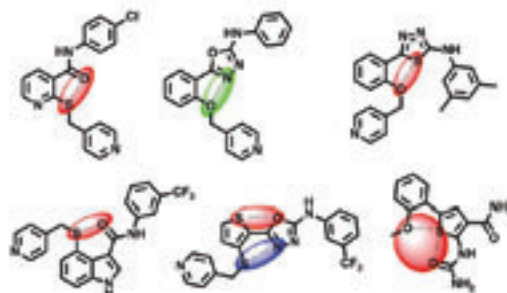


図1. TFPレジンをを使った1,4-ベンゾオキサジン-3-オン誘導体ライブラリーの合成



kinase inhibitors with various intramolecular non-bonded interactions

図2. ヘテロ原子間の分子内非結合性相互作用を持ったキナーゼ阻害剤

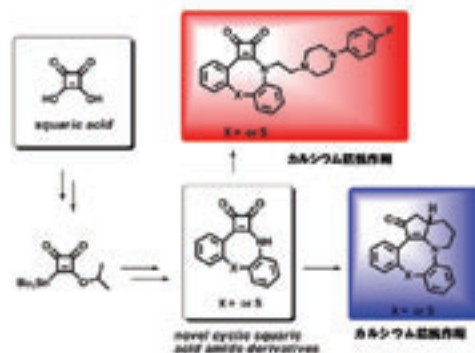


図3. 新規環状スクアリン酸アミド誘導体合成とその利用

＜連携講座＞環境適応物質学講座((財)地球環境産業技術研究機構)

URL : <http://mswebs.naist.jp/LABs/rite/index-j.html>



教授:藤岡 祐一
fujioka@rite.or.jp



教授:余語 克則
yogo@rite.or.jp



准教授:風間 伸吾
kazama@rite.or.jp

■ 講座概要

当講座はRITE化学研究グループのスタッフが担当し、地球温暖化問題の解決に向けて、2つの方向から研究開発を行っている。ひとつは排出された二酸化炭素(CO₂)を固定するため、火力発電所、製鉄所等の大規模固定発生源からの排気ガス中のCO₂の分離回収固定する研究である。他はCO₂排出量を削減あるいはCO₂シンク拡大であり、具体的にはバイオマスなど再生可能エネルギーの開発を進めている。



■ 主な研究分野

1. 新エネルギー技術

- (1) バイオマスの新規な利用技術
- (2) 高効率水素分離技術

2. CO₂分離回収・固定化技術

- (1) 膜分離技術(高分子膜、無機膜)
高分子膜:デンドリマー膜、カーボン膜
無機多孔質膜:ゼオライト膜、メソポーラスシリカ膜
- (2) ナノ・メソ多孔体利用吸着分離技術
有機-無機ハイブリッド型CO₂吸着剤
- (3) CO₂の炭酸塩固定化技術
スラグ、廃コンクリート利用CO₂固定

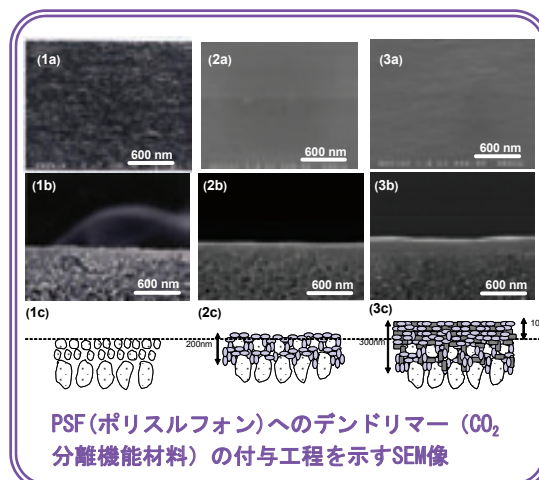
■ 研究設備

RITE(<http://www.rite.or.jp/>) 京都府相楽郡木津町木津川台 9-2)内の各分析機器および本学の共通設備を活用

X線光電子分光装置(XPS)、走査型トンネル顕微鏡(STM)、走査型電子顕微鏡(FE-SEM)、透過型電子顕微鏡(TEM)、FT-IR、UV-VIS、HPLC、TG-DTA、XRD、共焦点レーザー顕微鏡、2成分ガス吸着測定装置等

■ 共同研究・社会活動など

日本化学会、化学工学会、石油学会、触媒学会、ゼオライト学会、資源エネルギー学会、電気化学会、高分子学会など。ノルウェーのNTNU(技術工科大学)、米国NETL(国立エネルギー技術開発研究所)と共同研究実施を締結。スタンフォード大学の主催するGCEP(Global Climate & Energy Program)に参画。



<連携講座> 感覚機能素子科学講座(株)島津製作所 基盤技術研究所

URL : <http://mswebs.naist.jp/LABs/shimadzu/index-j.html>



教授:小関 英一
zeki@shimadzu.co.jp



教授:佐藤 敏幸
tsato@shimadzu.co.jp



准教授:西本 尚弘
nisimoto@shimadzu.co.jp

■ 講座概要

マイクロマシニング技術などセンサ・デバイス関連の基盤技術研究を実施するとともに、それを用いて作製した電気泳動チップ、細胞培養チップ(図1参照)やマイクロリアクター、電気浸透流ポンプ、気液分離チップなどのいろいろなデバイス研究を行なっています。さらに、それらの技術を統合・集積化することで、高機能な超小型化学分析システム(μ TAS:Micro Total Analysis Systems)の実現に取り組んでいます。また、医療・診断分野への展開として、2次元 X線検出器や(図2参照)、分子イメージング技術(図3参照)についても研究を行なっています。

■ 主な研究分野

半導体製造プロセス技術を応用して、シリコン基板やガラス基板にサブ μ m オーダの微細加工(マイクロマシニング)を施すことで、化学分析や化学操作(反応や抽出など)を行なう μ m サイズの三次元構造を持つ機能デバイスを開発しています。また、それらの機能デバイスを基板上に集積化して、DNA 分析システム、リアルタイム細胞機能解析システム、オンサイト環境分析システム、可搬型分析システムなどの、複雑な機能を有する μ TAS の実現を目指して、基盤技術研究に取り組んでいます。また、医療用 2次元 X線検出器のための材料や回路の研究を行っています。さらに、ガンの超早期発見など医療・診断分野への応用を目指して、ポリ乳酸系両親媒性高分子ミセルを用いた分子プローブの開発やマイクロリアクターを用いた合成装置など、分子イメージング関連技術についても取り組んでいます。

■ 研究項目の具体例

- マイクロマシニング技術
- 超小型化学分析システム
- マイクロリアクター、マイクロポンプ
- オンサイト環境分析システム
- 気液分離チップ、細胞培養チップ
- X線検出器
- 分子イメージング技術(合成装置、分子プローブ)

■ 研究設備

- 各種成膜(スパッタ、蒸着)装置
- 露光装置(アライナ、EB 露光)
- ドライエッチング装置
- 分子イメージング機器

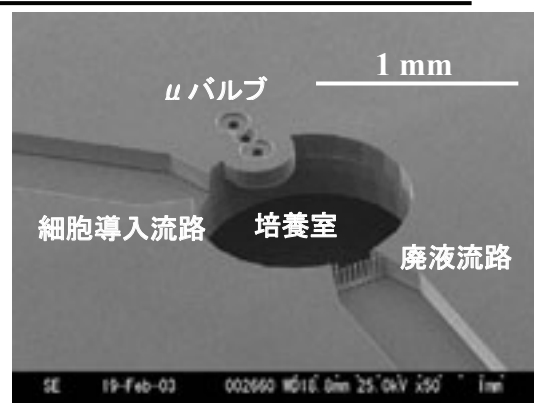


図1 細胞機能解析システム用細胞培養チップ

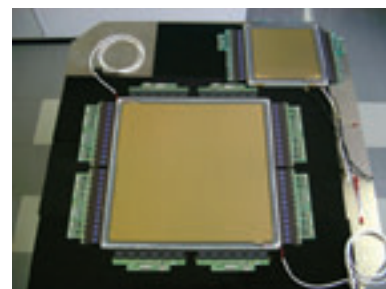


図2 医療用2次元X線検出器

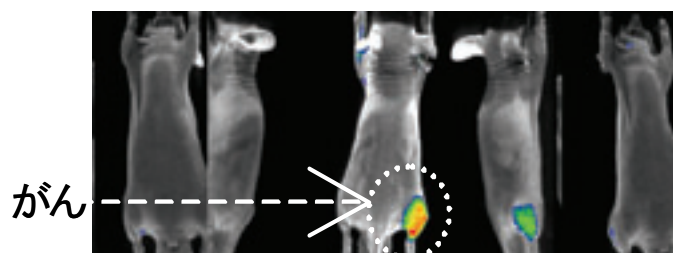


図3 蛍光標識した高分子ミセル(ϕ 30nm)によるがんイメージング

＜寄附講座＞濱野準—レーザーバイオナノ科学講座

URL : <http://mswebs.naist.jp/LABs/masuhara/index.html>



特任教授: 増原 宏
masuhara@ms.naist.jp



特任准教授: 杉山 輝樹
sugiyama@ms.naist.jp

■ 講座概要

当講座では、レーザーのすばらしさを活かし、細胞や蛋白質などを単一分子、単一ナノ粒子レベルで理解し、操作しようとする研究を展開し、新しいバイオナノサイエンス、バイオテクノロジーを切り拓こうとしています。

■ 主な研究分野

・ レーザー結晶化

高強度のレーザーを顕微鏡で集光すると、そこに細胞や分子が引き寄せられる現象がみられます。私たちはレーザーを用いて有機分子を集め、結晶化させることに成功し、その研究を進めています。従来、結晶を作製するためには自然に結晶核が生成するのを待っていましたが、この方法により結晶発生を自在に制御でき、分子の結晶化メカニズムの解明に役立ち、さらには新しい結晶を創成する可能性も秘めています。

・ レーザーマイクロ津波と細胞の相互作用

光を100兆分の1秒の時間に濃縮したフェムト秒レーザーを、細胞や蛋白質の溶液に集光すると、集光点で小さな爆発現象がおきます。私たちはこの爆発により発生した“マイクロ津波”を利用して、細胞を一つずつ操作し、さらには定量化することに成功しており、バイオに向けた細胞の新しい操作方法と評価方法を確立しようとしています。これらの方法は一細胞レベルで理解が進んでいるバイオサイエンスのための新しいツールとして期待を集めています。

・ レーザーによるセルチップ作製

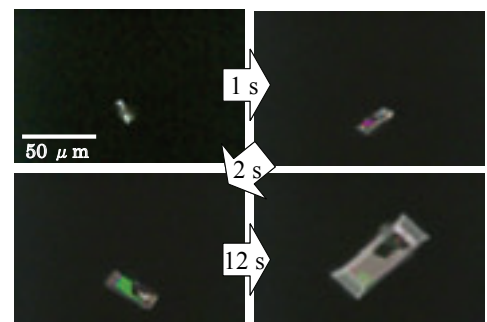
これまでのバイオ研究では、生体機能の特性や薬の影響を調べるために、多くの動物実験をおこなう必要がありました。生体組織の最小限の機能を持つ細胞群を、自在に並べて組織を模したセルチップを作ることができれば、動物実験を減らすことができます。私たちは、フェムト秒レーザーを利用した単一レベルの細胞操作方法を駆使し、より生体に近いセルチップを実現しようとしています。

■ 研究設備

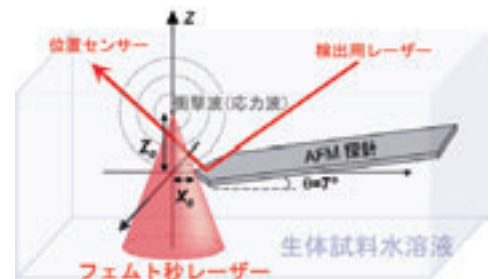
フェムト秒レーザー細胞操作システム(高出力フェムト秒レーザー、顕微鏡、高速カメラ)、レーザー分子トラッピングシステム(Nd:YVO₄レーザー、顕微鏡、分光器)、共焦点顕微分光システム、原子間力顕微鏡、細胞培養施設

■ 共同研究・社会活動など

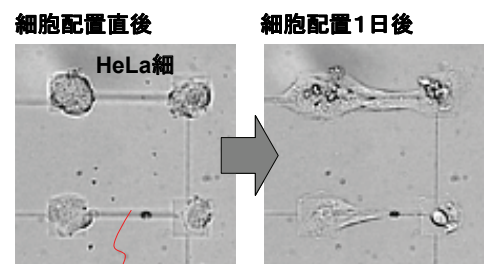
- ・ 国立交通大学(台湾)、陽明大学(台湾)、中国科学院理化学技術研究所(中)、パリ大学(仏)、カシャン高等師範学校(仏)、ルーバンカトリック大(ベルギー)、阪大、北大、徳島大、神大、東大、阪府大、企業各社



レーザーにより発生したグリシンの結晶



原子間力顕微鏡を用いたフェムト秒レーザーマイクロ津波の定量評価



フェムト秒レーザーにより作成した細胞の導線

細胞のパターニング

50 μm

物質創成科学研究科・物質科学教育研究センター共通設備機器

【物質評価解析・質量分析装置群】

物質や材料の構造、組成や多様な性質を評価・解析するための施設群です。

《透過型電子顕微鏡》

300kV に加速した電子線を試料に照射し、透過した電子線から画像や試料の物性情報を取得する装置です。ナノメートルスケールの構造解析に威力を発揮します。

《二次イオン質量分析装置 (SIMS)》

集束したセシウムイオンあるいは酸素イオンを試料に照射し、そのときに生じる二次イオンを用いて質量分析する装置です。半導体やセラミックスなどに含まれる微量元素の検出や深さ方向の分布を解析することが出来ます。

《X線回折構造解析装置群》

X線の回折現象から多様な材料の結晶構造を解析する装置です。セラミックスなどの微小領域の解析が出来る粉末 X線回折装置、有機低分子などの単結晶試料に適した有機低分子 X線構造解析装置、さらにタンパクなどの巨大分子や分子集合体の解析に威力を発揮する X線小角散乱装置を備えた超分子 X線構造解析装置などが設置されています。

《超伝導 NMR 測定装置群》

核磁気共鳴現象を利用して分子や高分子材料の構造を解析する装置です。自己拡散係数測定装置を備えた600MHz超伝導 NMR 測定装置をはじめ、多核種や二次元分析に対応した500MHz、400MHz および300MHzなどの各超伝導 NMR 測定装置が設置されています。

《質量分析装置群》

分子や元素の質量を測定して、材料の元素組成を解析する装置群です。生体分子や高分子などにも対応した MALDI-専用飛行時間型質量分析計 (TOF-MS) や高精度の質量分析に適し FAB をはじめ多様なイオン化法に対応可能な二重収束型質量分析装置が設置されています。また溶液中の微量元素の多元素同時定量に威力を発揮する超短波誘導プラズマ元素分析装置 (MIP-MS) も設置されています。

透過型電子顕微鏡



二次イオン質量分析装置



600MHz 超伝導 NMR 装置



MALDI-専用飛行時間型質量分析計



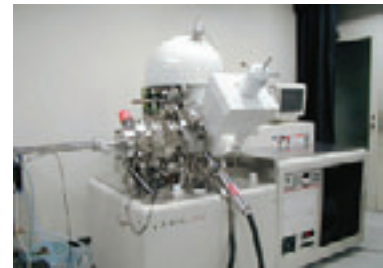
《全自動元素分析装置》

有機分子材料などに含まれる CHN などの元素分析をおこなう装置です。熟練した専門技官による依頼測定により運用されています。

《蛍光 X 線元素分析装置》

固体や液体などの試料から蛍光として放射される X 線を分析することで非破壊かつ高精度の元素分析が可能です。

複合型表面組成分析装 (XPS/AES)



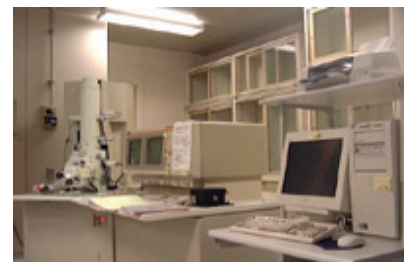
【表面観測装置群】

物質や材料の表面を観測するための装置群です。ナノメートルスケールの解像度や多様な分析技術により、材料の表面を多角的に解析することが出来ます。

《複合型表面組成分析装置 (XPS/AES)》

X 線(XPS の場合)もしくは電子線(AES の場合)を使って試料中の元素や電子状態を解析することが出来ます。XPS と AES の併用により多角的な元素分析が可能です。

電界放射型走査電子顕微鏡



《電界放射型走査電子顕微鏡》

数 nm に収束した電子線で試料表面を走査し、発生した二次電子を拡大画像化することが可能な高性能の電子顕微鏡です。EDS による微小領域の元素分析にも対応します。

走査プローブ顕微鏡 (SPM)



《走査プローブ顕微鏡 (SPM)》

原子間力 (AFM) やトンネル電流 (STM) を利用して、試料の表面形態をナノレベルの解像度でイメージングする装置です。液中での測定、電流電圧計測さらに表面電位のマッピングなどにも対応しています。

【分光分析装置群】

物質の組成や構造の解析に加えて、光と物質の相互作用を解明する目的で多様な分光分析機器が設置されています。

《顕微レーザーラマン分光光度計》

マイクロメートルスケールの微小領域のラマン分光により、材料の構造、組成および電子状態を解析することが可能です。多波長レーザー光源や3次元ステージを装備しています。

顕微レーザーラマン分光光度計



《円二色性分散計》

生体関連などの光学活性分子の円二色性を評価する装置です。

《フェムト秒 Ti-Sapphire&蛍光寿命測定装置》

パルス幅 100fsec の波長可変超短パルスレーザーと 5psec の時間分解能を有するストリークスコープからなる蛍光寿命測定装置です。分子や半導体材料における電子励起状態や超高速の緩和現象を解析することが出来ます。10K までの低温測定や波長可変レーザーも備えています。

《分光エリプソメーター》

入射光と反射光の偏光状態の変化から薄膜試料の膜厚、屈折率、減衰係数などを高精度で評価する装置です。

【精製・成膜・加工装置群】

半導体をはじめとする多様な材料の薄膜化、加工および精製ための設備が配備されています。多くはクリーンルーム内に収容されています。

《複合酸化物薄膜形成装置》

複数の酸化物ターゲットにアルゴン等のイオンを照射し、弾き出されたターゲット材料を対向する基板上に堆積させることで様々な組成の機能性薄膜材料を作製する装置です。

《集束イオンビーム加工装置装置 (FIB)》

集束したガリウムイオンを照射することにより、試料の微細加工をする装置です。照射時に生じる二次電子を画像として得る事も可能です。

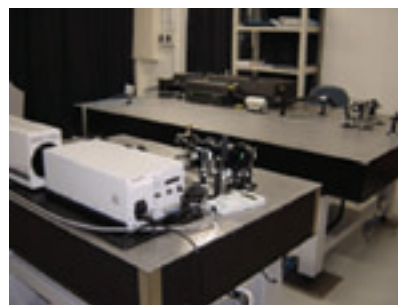
《高純度金属スパッタ装置》

白金、銅、金およびチタンなどの多様な金属薄膜をスパッタ法により成膜することが出来ます。

《TFE 電子ビーム描画装置》

極細電子ビームにより、10 ナノメートルオーダーの超微細描画ができます。描画パターンの評価に SEM としても充分活用できる観察機能も併せ持っています。

フェムト秒 Ti-S&蛍光寿命測定装置



複合酸化物薄膜形成装置



集束イオンビーム加工装置装置



TFE 電子ビーム描画装置



《縮小投影露光装置》

マスクパターンの精密転写による微細パターン形成が可能な露光装置です。非接触で露光でき、段差があったり、われやすい、半導体素子、光素子などの作製に威力を発揮します。

縮小投影露光装置



【クリーンルーム】

大気中に存在するゴミ・ホコリを超高性能フィルタで取りのぞいて清浄雰囲気下で物質の創成ができます。クリーン度は CLASS 1000 です。レジスト塗布、マスクの位置合せ、露光、現像など微細デバイス作製に対応可能なイエロールームは CLASS 100 レベルの清浄度です。特殊高圧ガスを使用するマスク製作、酸化・拡散工程に対応した高圧実験室も設置されています。

クリーンルーム



【個人用コンピューター】

大学院学生およびスタッフに全学の高速ネットワークに接続された PC が配布され研究データ解析や論文執筆、情報収集に活用されています。また、各 PC から最新のジャーナルや化合物・文献検索システムにアクセスすることができます。

【物質解析システム】

金属や半導体中の自由電子は電気伝導などに寄与し、また局在電子も磁性や光学的性質などに寄与します。それらの互いに相互作用をする電子集団の振舞を解析し、物質の性質を明らかにするための高性能なコンピュータシステムです。高速ネットワークで連結された多数のプロセッサを制御用コンピューターが集中管理する PC クラスタシステムにより高速並列演算が可能です。

【分子設計支援システム】

医薬品開発、生体分子、有機材料、無機材料等の設計、開発の分野で幅広く利用されている“Insight II”と“Cerius2”からなる分子計算用 PC システムです。全てのモジュールはグラフィカルインターフェースにより操作することができます。

索 引

事項索引

事項名	記載頁	事項名	記載頁
0.01nm光スペクトラムアナライザ	26	エネルギーエレクトロニクス	19
1,4-ベンゾオキサジン-3-オン	34	エネルギーバンド	14
1.55 μ m帯200fs光パラメトリック発振器	26	円二色性分散計	22、24
100fs Ti: Sapphireモード同期波長可変レーザ	26	円偏光	16
10T超伝導マグネット	26	円偏光蛍光顕微計測装置	25
13GHzリアルタイムオシロスコープ	26	円偏光発光材料	29
2次元X線検出器	36	円偏光軟X線	14
2成分ガス吸着測定装置	35	オージェ電子分光(AES)	14
3次元マッピング	14	折り畳み	22
40 Gbpsビット誤り率測定システム	26	オンサイト環境分析システム	36
4結晶X線回折装置	26	温度可変振動試料型磁気測定装置	27
4端子法	14	界面磁性	27
AFM	32、33	拡散炉	32
CCD二次元X線検出器	27	可視近赤外分光計測装置	25
CMOS	17	可搬型分析システム	36
CMOSイメージセンサ	17	感覚生理学	22
DLS	32	環境感覚	30
DNA	23	間接交換結合	27
DNAシークエンサー	24	気液分離チップ	36
DNA分析システム	36	キナーゼ阻害	34
DRIE	17	吸収	28
DSC	32	共焦点顕微鏡	30
FT-IR装置	20、22、23、35	共焦点レーザー顕微鏡	22、24、35
GC	20	強相関電子系	15
GPC	16、25	共鳴ラマン装置	23
HPLC	20、25、35	キラル化学	25
LB膜作製装置	21	近接場光学顕微鏡	13
LSI	17	金属錯体	23、28
LSI設計	17	金属磁性薄膜・多層膜	27
Optogenetics	17	クリーンルーム	18、19
PCR	23、24	グローブボックス	20、23
RTA処理炉	32	蛍光	36
STM	32	蛍光/燐光寿命計測システム	22
TG-DTA	35	蛍光・吸光・発光プレートリーダー	24
UV-Vis-NIR	35	蛍光・燐光	16
XRD	35	蛍光顕微鏡	21
X線結晶構造	28	蛍光光度計	20、22
X線光電子分光装置(XPS)	35	結晶成長	19
X線反射率測定装置	27	原子間力顕微鏡	27、30、37
X線溶液散乱測定システム	22	原子構造	14
アセン	28	原子配列構造	14
アミノ酸配列の単純化	22	原子レベル制御	19
アルカロイド	20	元素選択的な磁化測定	27
アルツハイマー病	22	顕微分光	13
イオン液体	25	顕微レーザーラマン分光光度計	13
遺伝子工学	23	広角対物レンズ	14
インドール誘導体	34	光学特性	18
ウエットナノテク	32	交換バイアス効果	27
エキシマレーザー	17	高次 π 空間	21
液晶	33	構造生物学	22
エッチング装置	32	高速液体クロマトグラフ	24

事項名	記載頁	事項名	記載頁
光電子回折(PED)	14	水素	35
光電子分光(PES)	14	水素結合	22
光電物性	31	スクアリン酸アミド	34
高分子	16	ストップフロー装置	22、23
高分子・超分子化学	29	スパッタ装置	33
高分子膜	35	スピエレトロニクス	27、32
高分子ミセル	36	スペクトル分解光電変換機能解析装置	19
高密度励起子系	15	生体超分子	18、23
極微構造	19	生体適合性	24
極微デバイス加工装置	19	生体分子間相互作用測定装置	21
固体表面	14	精密重合	24
近赤外領域	28	生理活性天然物	20
コンビナトリアルケミストリー	34	ゼータ電位計	21
コンフォメーション病	23	セラソーム	21
再生医療	24	セラミクス	16
細胞培養施設	37	セルソーター	24
細胞培養チップ	36	セルチップ作製	37
酸化物薄膜	33	遷移金属錯体	20
酸化物半導体	18	旋光計	20
ジアゾール誘導体	34	閃光分解測定装置	22
シーケンサ	22	走査型電子顕微鏡(FE-SEM)	24、35
紫外・可視・近赤外分光	16	走査型トンネル顕微鏡(STM)	13、14、35
紫外・可視・赤外分光解析システム	24	走査プローブ顕微鏡(SPM)	21、24
紫外可視吸収分光計	20	太陽電池	31
紫外可視分光器	22	タキソール	20
時間分解PL測定用ストリークカメラ	26	多環式有機化合物	20
時間分解分光	13	タンパク質	23
磁気抵抗測定装置	27	蛋白質X線結晶構造解析システム	22
磁気力顕微鏡	27	タンパク質遺伝子操作設備	32
刺激応答性高分子	24	タンパク質構造異常病	23
刺激電極	17	タンパク質精製機器	23
成膜装置(各種)	36	蛋白質設計工学	22
自己組織化	32	蛋白質動力学	22
自己組織化材料	18	蛋白質の設計原理	22
示差走査熱量分析計	21	タンパク質発現精製設備	32
磁性薄膜	14	タンパク質変性	23
集束イオンビーム加工装置(FIB)	13	蛋白質輸送	22
昇温脱離(TPD)	14	蛋白質精製システム	22
情報伝達	22	地球温暖化問題	35
触媒	14	中性子結晶構造解析	22
触媒反応	20	超格子構造	14
植物細胞	30	超高真空	14
シリコン	16、18	超高真空搬送路	14
シリコンカーバイド	19	超高分解能分析器	14
シリコン太陽電池	19	超小型化学分析システム(μ TAS)	36
試料作成複合評価システム	14	超電導NMR測定装置(600, 500, 400, 300MHz)	20
真空ライン重合装置	24	超薄膜	13
シンクロトロン放射光	22	超分子	16
人工改変タンパク質	32	超分子蛍光センサー	25
人工細胞	21	超分子集合体	23
人工視覚	17	直線偏光	14
人工蛋白質	22	チロシン	14
新装置の開発	14	強相関電子系材料	32
新物質作製装置	14	低温恒温槽	20

事項名	記載頁	事項名	記載頁
低障壁水素結合	22	波長可変パルスレーザーシステム	13
低速電子回折 (LEED)	14	発光	28
デジタル万能材料試験機	24	発光材料	28
デバイス電気特性測定装置	32	反射高速電子回折 (RHEED)	14
電界放射型200kV生物透過電子顕微鏡	32	半導体結晶成長装置	19
電界放射型走査電子顕微鏡	32	半導体集積回路技術	17
電気泳動チップ	36	半導体ナノ結晶材料	25
電気化学測定装置	21	半導体光デバイス	26
電気浸透流ポンプ	36	半導体表面	14
電気生理実験	17	半導体レーザ	31
電気特性評価装置	19	反応性イオンエッチング装置 (ICP-RIE, ECR-RIE)	26
電子エネルギーバンド	14	光応答性生体分子	23
電子回路設計設備	18	光解離性保護基	20
電子軌道	14	光化学がん治療	24
電子構造	14	光機能	16
電子衝撃脱離 (ESD)	14	光受容蛋白質	22
電子デバイス	32	光情報材料	25
電子ビーム加熱超高真空蒸着装置	27	光情報伝達機構	22
電子ビーム描画装置	18	光生物物理学	22
伝導電子の誘起磁性	27	光電子顕微鏡	14
デンドリマー	35	光バッファメモリ	26
天然変性蛋白質	22	光半導体スピンドバイス	26
糖	20	光反応装置	20
透過型電子顕微鏡 (TEM)	24、35	光変換前駆体法	28
凍結マイクローム	24	光誘起相転移	15
動的光散乱装置	22	非結合性 (S-O, S-N, N-O) 相互作用	34
導電性高分子材料	31	ピコ秒時間分解分光装置	13
動物細胞	30	微細加工	36
倒立蛍光顕微鏡	23	非磁性層の誘起磁性	27
ドッキングシミュレーション	34	非線形光学	15
共焦点顕微分光システム	37	表面科学	29
ドライエッチング装置	36	表面磁性 (SMOKE)	14
ナノ構造	32	表面超構造	14
ナノ構造磁性	27	表面電気伝導	14
ナノシステム	29	表面ナノ物質	14
ナノチューブ	29	表面発光 (PL)	14
ナノテクノロジー	14	表面物性	14
ナノ秒過渡吸収測定装置	23	微量分注ロボット	22
ナノ粒子	13	フェムト秒レーザー	30、37
ナノ粒子材料	25	フェムト秒レーザー細胞操作システム	37
二酸化炭素分離回収・固定化技術	35	フェルミ面	14
二次元光電子分光	14	フォトクロミック分子	25
二次元表示型光電子分光装置 (DIANA)	14	フォトニクス	17
熱処理炉	32	フォトニックネットワーク	26
脳内埋植	17	フタロシアニン	16
脳や神経伝達	22	プラスミド調製ロボット	22
バイオテクノロジー	23	フレキシブルディスプレイ	18
バイオナノプロセス	32	分子・高分子の開発	25
バイオマス	35	分子イメージング	36
バイオミネラリゼーション	32	分子イメージング機器	36
バイオメディカルフォトニックデバイス	17	分子エレクトロニクス	14
π 共役高分子	16、25	分子エレクトロニクス & フォトニクス	13
薄膜トランジスタ	18	分子吸着	14
薄膜半導体	31	分子吸着脱離	14

事項名	記載頁	事項名	記載頁
分子生物学実験機器	23	冷却CCD分光器	26
分子線結晶成長装置(MBE)	26	レーザー結晶化	18、37
分子通信	21	レーザー細胞操作	30
分子デバイス	21	レーザー衝撃力	30
分子反応	14	レーザー分子トラッピングシステム	37
分子プローブ	36	レーザーマイクロ津波	37
分取HPLC	20	レーザー結晶化システム	18
並列計算	15	露光装置	36
ペプチド	23	ワイドギャップ半導体	19
ペプチド全自動合成装置	24	原子配列の立体写真	14
偏光検出	17	分光分析装置(各種)	21
偏光双安定VCSEL	26		
ペンタセン	28		
放射光	14、27		
放射光X線散乱実験用電磁石	27		
ホールサブバンド	14		
ポリシラン	16		
ポルフィリン	28		
ホルムアルデヒド	20		
μ TAS	17		
マイクロオプティクス材料	31		
マイクロケミストリ	17		
マイクロ波デバイス測定装置	18		
マイクロリアクター	20、36		
マルチターゲット・スパッタリング装置	27		
無機EL	18		
無機多孔質膜	35		
メカノバイオロジー	30		
メタ物質	13		
メディシナルケミストリー	23		
網羅的アラニン挿入変異解析	22		
薬学	23		
有機EL	33		
有機化学	34		
有機金属錯体	23		
有機合成	23		
有機低分子X線構造解析	34		
有機電子材料	28、31		
有機薄膜太陽電池	28		
有機薄膜トランジスタ	28		
有機半導体	28		
有機光反応	20		
有機レーザー	13		
輸送蛋白質	22		
溶液プロセス	28		
らせん	16		
らせん高分子	24		
ラマン分光	13		
リアルタイム細胞機能解析システム	36		
立体視	14		
量子井戸構造	31		
量子化学計算用PC	25		
量子効果	19		
量子ドット	33		

教 員 索 引

教 員 名	記 載 頁	教 員 名	記 載 頁
相原 正樹	15	細川 陽一郎	30
青野 浩之	34	堀田 昌宏	18
足立 秀明	32	本田 崇宏	34
安藤 剛	24	増原 宏	37
池田 篤志	21	松井 文彦	14
池田 和浩	26	松尾 貴史	23
石河 泰明	18	向殿 充浩	33
石墨 淳	13	森本 積	20
和泉 真	33	安原 主馬	21
稲垣 剛	15	柳 久雄	13
浦岡 行治	18	矢野 裕司	19
太田 淳	17	谷原 正夫	24
垣内 喜代三	20	山口 真理子	22
河口 仁司	26	山崎 洋一	22
風間 伸吾	35	山下 一郎	32
片岡 幹雄	22	山田 容子	28
片山 健夫	26	山本 愛士	13
上久保 裕生	22	湯浅 順平	25
河合 壯	25	余語 克則	35
菊池 純一	21	吉井 重雄	32
黄 晋二	26		
小関 英一	36		
笹川 清隆	17		
佐藤 敏幸	36		
佐野 健志	31		
重城 貴信	15		
杉山 輝樹	37		
大門 寛	14		
高橋 明	33		
武田 さくら	14		
田中 誠	31		
谷本 裕樹	20		
寺田 佳世	24		
徳田 崇	17		
富田 知志	13		
伴 正和	34		
内藤 昌信	29		
長尾 聡	23		
中嶋 琢也	25		
西田 貴司	18		
西本 尚弘	36		
野田 俊彦	17		
野村 康彦	31		
畑山 智亮	19		
服部 賢	14		
廣田 俊	23		
廣原 志保	24		
藤岡 祐一	35		
藤木 道也	16		
冬木 隆	19		
細糸 信好	27		



Nara Institute of Science and Technology
奈良先端科学技術大学院大学

<http://www.naist.jp/>

