

MATERIALS SCIENCE GUIDE 2016

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



物質創成科学研究科の概要

人類の未来に役立てる新しい素材、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、電気工学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。



目 次

研究科の概要	1
研究室及び教育研究分野	3
カリキュラム紹介	6

研究室での教育・研究の概要

< 基幹研究室 >

量子物性科学	13
凝縮系物性学	14
高分子創成科学	15
光機能素子科学	16
情報機能素子科学	17
反応制御科学	18
バイオミメティック科学	19
超分子集合体科学	20

生体適合性物質科学	21
光情報分子科学	22
有機光分子科学	23
センシングデバイス	24
有機固体素子科学	25
生体プロセス工学	26
ナノ構造磁気科学	27
分子複合系科学	28

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、各分野で囑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、教員1人当たりで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5:1と高いため、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と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16の基幹研究室に加え、特定課題研究室、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つの連携研究室から成り立っています。連携研究室は、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、すべての希望者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RAに採用され、授業料相当の給与を受けることができ、外国で行われる国際会議に参加するための旅費の援助制度も整っています。学術交流協定校は全世界に広がっており、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

<特定課題研究室>

グリーンナノシステム	29
ナノ高分子材料	30

<連携研究室>

メゾスコピック物質科学	31
知能物質科学	32
機能高分子科学	33
環境適応物質学	34
感覚機能素子科学	35
先進機能材料	36

研究設備	37
教員索引	42

研究室及び教育研究分野

物質創成科学専攻

	研究室及び教員	教育研究分野	頁
基 幹 研 究 室	量子物性科学 (柳・香月グループ) 教 授 柳 久 雄 准 教 授 香 月 浩 之 助 教 石 墨 淳 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、新しい光機能材料の創成に関する研究・教育を行う。 [キーワード] 量子効果、分子性結晶、ナノ粒子、超薄膜、有機レーザー、ハイブリッド太陽電池、発光ダイオード、量子ドット、メタ物質、顕微分光、コヒーレント制御、時間分解分光、フェムト秒レーザー、ラマン分光	P.13
	凝縮系物性学 (大門・服部グループ) 教 授 大 門 寛 准 教 授 服 部 賢 助 教 武 田 さ く ら 特 任 助 教 田 口 宗 孝 特 任 助 教 松 田 博 之	固体表面に原子・分子を吸着して形成する表面ナノ物質や固体の物性（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。また目的に応じ新しい解析手法・装置の開発も行う。 [キーワード] 固体表面、強相関物質、表面超構造、表面電気伝導、表面磁性、表面発光、表面分子吸着、電子刺激脱離、(断面)走査トンネル顕微鏡、電子回折、電子エネルギーバンド、角度分解光電子分光、フェルミ面、ホールサブバンド、歪半導体、二次元光電子分光、光電子回折、立体原子写真、光電子ホログラフィー、XAFS 光電子回折分光、放射光、円偏光、光電子顕微鏡、三次元逆格子マッピング、第一原理計算、ラマン分光	P.14
	高分子創成科学 (藤木グループ) 教 授 藤 木 道 也	発光性光学活性高分子システムの設計・合成・物性・光機能相関を解明する。 [キーワード] 円偏光、光学活性、らせん、半導体高分子、発光、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、物理吸着	P.15
	光機能素子科学 (太田・徳田グループ) 教 授 太 田 淳 准 教 授 徳 田 崇 助 教 笹 川 清 隆 助 教 野 田 俊 彦 特 任 助 教 竹 原 宏 明	人工視覚や脳内埋植デバイスなど、バイオ医療応用に向けた先端半導体技術と光技術を融合したフォトニックデバイスの創出を目指して、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。 [キーワード] 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、蛍光検出、CMOS集積回路、生体適合性材料、MEMS、 μ TAS、オプトジェネティクス、デジタルELISA	P.16
	情報機能素子科学 (浦岡・石河グループ) 教 授 浦 岡 行 治 准 教 授 石 河 泰 明 助 教 上 沼 睦 典 助 教 藤 井 栄 美 特 任 助 教 Bermundo Juan Paolo Soria	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。また、高効率な太陽電池や熱電変換素子など、エナジーハーベスティングのキーデバイスを薄膜技術を駆使して実現する。 [キーワード] 薄膜トランジスタ、ディスプレイ、フレキシブルデバイス、酸化物質材料、システムオンパネル、メモリ、LSI、バイオ系材料、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、パワーデバイス、プリント、太陽電池、熱電素子、電子ビーム描画、フォトリソグラフィ	P.17
	反応制御科学 (垣内・森本グループ) 教 授 垣 内 喜 代 三 准 教 授 森 本 積 助 教 谷 本 裕 樹 助 教 西 山 靖 浩	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、さらには物性の理論的解析に関する研究・教育を行う。 [キーワード] 有機合成化学、有機光化学、有機金属化学、構造有機化学、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、ゲルマニウム、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、強相関電子系、非線型応答理論、複雑系解析、超高速フォトニクス、次世代フォトニック信号処理、面発光半導体レーザー	P.18
	バイオミメティック科学 (菊池グループ) 教 授 菊 池 純 一 助 教 安 原 主 馬 助 教 田 原 圭 志 朗	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。 [キーワード] 人工多細胞組織体、分子デバイス、分子通信インターフェース、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、ナノバイオリャクター、バイオインスパイアードシステム、細胞膜ダイナミクス、両親媒性分子、錯体化学、金属間相互作用	P.19
	超分子集合体科学 (廣田・松尾グループ) 教 授 廣 田 俊 准 教 授 松 尾 貴 史 助 教 長 尾 聡 助 教 山 中 優 特 任 助 教 太 虎 林	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。 [キーワード] 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、メディスナルケミストリー、タンパク質構造異常病、薬学	P.20

基 幹 研 究 室	生体適合性物質科学 (谷原・安藤グループ)		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。 [キーワード] 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、人工足場材料、血液適合性材料、抗菌性材料、精密設計高分子、光応答性マテリアル、X線がん治療、らせん形成高分子、生体適合性デバイス	P.21
	教 授 谷 原 正 夫 准 教 授 安 藤 正 剛 助 教 寺 田 佳 世 助 教 小 林 未 明			
	光情報分子科学 (河合・中嶋グループ)		光にตอบสนอง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半導体ナノ材料の合成・開発と解析評価方法について研究を進め、未来の情報、エネルギー技術を担う分子システムの構築を目指します。 [キーワード] 光化学、機能分子材料合成、フォトクロミズム、分子キラリティー、導電性高分子、発光性金属錯体、ナノ結晶、エレクトロクロミズム、センサー分子、熱電変換材料、ナノワイヤー、イオン性液体、ナノチューブ、電気化学	P.22
	教 授 河 合 壯 准 教 授 中 嶋 琢 也 助 教 野 々 口 斐 之 特 任 助 教 Jatishkumar			
	有機光分子科学 (山田・荒谷グループ)		有機薄膜太陽電池、有機薄膜トランジスタなどに利用可能な有機半導体材料・分子性ナノグラフェン・グラフェンナノリボンや近赤外領域に吸収をもつ色素、発光材料、光応答性分子の開発を目的に、新規 π 共役拡張芳香族化合物を設計・合成し、物性評価と機能開発を通じて、研究・教育を行う。 [キーワード] 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、有機電界効果トランジスタ、アセン、ポルフィリン、フラレン、有機多孔性材料、グラフェン、グラフェンナノリボン、カーボンナノチューブ、近赤外発光、構造有機化学、有機光化学、X線結晶構造解析	P.23
	教 授 山 田 容 子 准 教 授 荒 谷 直 樹 助 教 鈴 木 充 朗 特 任 助 教 林 宏 暢			
	センシングデバイス (柳田・河口グループ)		放射線計測を主な目的としたバルク無機単結晶、セラミックス、ガラス蛍光体を開発し、光物性、シンチレーション特性、輝尽・熱・残光特性に関する電子物性を中心とした研究・教育を行う。特性の良い材料を発見した場合は、搭載センサーや装置開発を行うと共に、新規物性計測装置の開発も行う。 [キーワード] 放射線誘起蛍光体、シンチレータ、輝尽蛍光、熱蛍光、残光、応力発光、光物性、量子エネルギー変換、衝突電離、放射線計測、放射線検出器、量子ビーム、X線、ガンマ線、中性子、真空紫外光、近赤外光、光電変換素子、画像医療診断装置、セキュリティ装置、個人被ばく線量計、高エネルギー物理用検出器、シンクロトン放射光	P.24
	教 授 柳 田 健 之 准 教 授 河 口 範 明 助 教 岡 田 豪			
	有機固体素子科学 (中村グループ)		有機薄膜成長の制御と構造評価、有機材料特有の「やわらかい」電子物性の制御とデバイス応用、および、独自計測技術の開発とそれによる未解明現象の理解を柱とし、未来のフレキシブルエレクトロニクスや環境発電のための新しいデバイスを創出するための研究・教育を行う。 [キーワード] 有機半導体、有機モット絶縁体、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、放射光GIXD、電気的分光法、THz時間領域分光法、量子化学計算、分子動力学シミュレーション、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	P.25
	教 授 中 村 雅 一 助 教 小 島 広 孝			
	生体プロセス工学 (細川グループ)		レーザー技術、流体技術、顕微鏡技術を駆使した、細胞やタンパク質などの微小な生体材料を高速かつ高精度に操作する方法を開発し、これらの操作により生体材料にもたらされる諸現象を力学と生理学の両側面から明らかにし、工学に応用するための研究・教育を行う。 [キーワード] フェムト秒レーザー、マイクロ流路、光学顕微鏡、原子間力顕微鏡、動物細胞、植物細胞、微生物、蛋白質、水分子、有限要素解析、セルソーター	P.26
	教 授 細 川 陽 一 郎 助 教 片 山 健 夫 特 任 助 教 飯 野 敬 矩			
	ナノ構造磁気科学 (細糸グループ)		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。 [キーワード] 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、スピンエレクトロニクス、磁気構造解析、共鳴X線磁気分光・散乱、放射光	P.27
	准 教 授 細 糸 信 好 助 教 重 城 貴 信			
	分子複合系科学 (上久保グループ)		蛋白質分子集団が示す自律的集合離散現象に注目し、蛋白質科学及び生物物理学を基礎として、創薬のターゲットとなり得る蛋白質分子複合系の理解や次世代蛋白質分子複合材料の開発に関する研究・教育を行う。 [キーワード] 分子複合系、蛋白質科学、生物物理学、構造生物学、蛋白質設計工学、X線溶液散乱、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、蛍光寿命測定、組換えDNA技術、人工蛋白質、構造蛋白質、蛋白質輸送システム、神経軸索伸長システム、光情報変換システム、分子間相互作用、分子内相互作用、動的秩序解析	P.28
	准 教 授 上 久 保 裕 生 助 教 山 崎 洋 一			

特 定 課 題 研 究 室	グリーンナノシステム (松井グループ)	非破壊・原子サイト選択的な光電子回折分光法を始めとする諸分析法や分析器を開発し、局所物性の発現機構解明に取り組み、界面現象を応用した機能性物質・デバイス開発につなげるための研究・教育を行う。 【キーワード】 局所電子状態、原子軌道、光電子回折分光、全方位分解光電子分光、界面・表面、放射光、分析器開発、磁性薄膜、層状超伝導、光触媒欠陥サイト、半導体デバイス界面	P.29
	准 教 授 松 井 文 彦		
	ナノ高分子材料 (網代グループ)	分子技術の概念に基づき分子レベルでモノマーを設計し、高分子合成、高分子間相互作用、およびナノ構造制御を通じて、機能性高分子材料の創出を行う。 【キーワード】 生分解性高分子、生体適合性高分子、バイオマテリアル、ゲル、高分子構造制御、高分子間相互作用、ステレオコンプレックス、高分子材料、ナノ構造体、分子設計、分子技術、感熱応答性、光応答性、pH 応答性	P.30
	特 任 准 教 授 網 代 広 治		

連携研究室

	研究室及び教員				教育研究分野	頁
連 携 研 究 室	メゾスコピック物質科学				メゾスコピック領域における新しい物理現象、特に薄膜の形態にすることで発現する新奇物性の開拓とそのデバイス化を対象として、バイオ分子デバイスやエネルギー変換材料に関する研究開発・教育を行う。 [キーワード] パイオナノプロセス、ウエットナノテクノロジー、バイオミネラリゼーション、バイオセンサ、ナノテクノロジー、有機無機太陽電池、薄膜電子材料、強相関電子系材料、熱電変換材料、固体イオニクス材料 (連携機関名：パナソニック(株) 先端研究本部)	P.31
	☆教 授 藤 井 映 志					
	☆教 授 足 立 秀 明					
	☆准 教 授 松 川 望					
	知能物質科学				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(表示材料・半導体材料)の創成とシステム・回路への応用。 [キーワード] 酸化物薄膜、ナノ粒子、パワーデバイス/回路 (連携機関名：シャープ(株) 研究開発本部)	P.32
	☆教 授 小 瀧 浩					
	☆教 授 和 泉 真 昇					
	☆准 教 授 岩 田 昇					
	機能高分子科学				眼の疾患をターゲットとし、医薬有効成分が疾患部位で最大限に効果を発揮できるような薬物送達システムを考案し、有機合成などの手法を用いながら、その実用化を目指した創制研究を行う。 [キーワード] 創薬科学、製剤学、有機合成化学、医薬品化学、薬物動態学、物理化学、分子生物学、薬理学 (連携機関名：参天製薬(株))	P.33
	☆教 授 本 田 崇 宏					
	☆教 授 榎 本 裕 志 明					
	☆准 教 授 岡 部 高 明					
環境適応物質学				CO2分離回収・固定化技術の実用化および水素エネルギー社会の構築を主たるテーマとし、地球温暖化問題の解決に向けた基盤技術(材料開発、ナノ構造制御技術)および実用化技術(プロセス開発、システム設計)に関する研究・教育を行う。 [キーワード] 地球温暖化、CO2分離回収・固定、新エネルギー(水素)、膜分離、吸着法、吸収法、ナノ構造制御、コンピュータケミストリー、プロセスシミュレーション (連携機関名：(公財) 地球環境産業技術研究機構)	P.34	
☆教 授 余 語 克 則						
☆教 授 後 藤 和 也						
☆准 教 授 山 田 秀 尚						
感覚機能素子科学				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の高機能システム開発に関する研究・教育を行う。 [キーワード] センサ技術、μTAS (Micro Total Analysis Systems)、MEMS、分子イメージング、マイクロリアクター、X線光電変換膜 (連携機関名：(株) 島津製作所基盤技術研究所)	P.35	
☆教 授 佐 藤 敏 幸						
☆教 授 北 村 圭 司						
☆准 教 授 叶 井 正 樹						
先進機能材料				材料創製および改質技術を基盤として、産業界の抱える課題に向き合い、次世代の電子・光・エネルギーデバイス実現の鍵となる材料および地球環境に配慮した材料・技術に関する研究開発・教育を行う。 [キーワード] 超ハイブリッド材料、蓄エネルギー材料、ナノ材料、薄膜・微粒子・ファイバー、めっき、界面制御技術、放熱制御技術、二次電池、微細回路基板、バイオマス (連携機関名：(地独) 大阪市立工業研究所)	P.36	
☆教 授 上 利 泰 幸						
☆教 授 藤 原 裕						
☆准 教 授 高 橋 雅 也						

注) ☆印：客員

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います。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の育成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。

(4) ι コース (国際コース)

英語だけで講義を行い、卒業に必要な単位がすべて取れる国際コースも設置されています。将来、グローバルに活躍する学生に向けた教育体制も充実しつつあります。

1. 集中的な授業日程

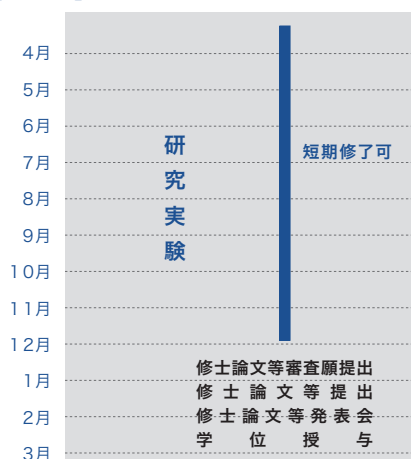
授業科目は、4月から9月の春学期に集中して開講されます。教育研究の概略を下図に示します。秋学期は、物質科学の融合分野をカバーする集中講義形式の物質科学特論I-IVと英語スキル向上のための物質科学英語IIA、IIIA、およびサイエンスリテラシーが行われています。また、特別課題研究や修士論文研究などが、10月から本格的に取り組める日程を組んでいます。

博士前期課程 (2年間) の教育研究概略

【1年目】



【2年目】



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ト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「現代量子力学特講」、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「現代有機化学特講」「先端高分子化学特講」「現代無機化学特講」や「先端生化学」が開講されます。

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月中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、必修科目の「物質科学英語Ⅰ」および「物質科学英語ⅡA」「物質科学英語ⅢA」を開講しています。「物質科学英語Ⅰ」は5月から7月まで30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ディスカッションスキルの向上を望む学生のために、「物質科学英語ⅡA」「物質科学英語ⅢA」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・共通科目

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「技術と倫理」、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「グローバルアントレプレナーⅠ～Ⅴ」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. 研究室配属と修士論文研究、連携研究室、短期修了、複数指導教員制およびコース制

研究室配属は、「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、5月上旬に行われます。数回の志望調査を行い、最終的に配属希望者が多数の場合は、「入学者選抜試験の面接」、「入学後のTOEIC英語試験」、「光ナノサイエンスコアⅠおよび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。連携研究室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研究室やホスト研究室の居室を利用できます。また、主旨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、主旨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、研究室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、主旨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28年度に予定されている授業科目の内容(博士前期課程)

区分	授業科目名	担当教員	内容	備考
共通科目	アルゴリズム			
	計算機システム			
	バイオサイエンス概論			
	物質創成科学概論	香月・荒谷	情報科学や生命科学を支えている物質科学の基礎を、物質科学の基礎を持たない学生を対象とし、物性、デバイス、化学、バイオの観点から初歩的に解説する。	
	科学技術論・科学技術者論			
	科学哲学	(中尾)		
	技術と倫理	(三井・岡本)	将来、専門技術者として仕事をしていく上で必要になる「工学倫理」についての理解を身につける。	
一般科目	科学コミュニケーション			
	物質科学解析	石墨・富田・武田・野田・藤井・山崎・上沼・長尾	物質科学の講義理解と研究活動に必要な解析技術について講義・演習を行う。基礎的な数学力を身につけるとともに、研究活動における実験データのとり方、見方などについて概説する。	
	物質科学英語Ⅰ	McDowell・(中山)	Students develop English scientific writing skills, experience, and knowledge.	
	物質科学英語ⅡA	McDowell	Students develop knowledge, skills and experience for presentations in English.	
	物質科学英語ⅢA	McDowell	Students gain skills, knowledge, and experience for discussion in English. Furthermore, students will improve their awareness of inter-cultural communication and effective language learning.	
	科学技術政策と知的財産	久保・(大竹・松尾)	(知的財産) 研究成果としての先端科学技術が、知的財産権としてどのように保護されるかについて知る。 (科学技術政策) 科学技術と社会との関係について過去から現在までの変遷を考察しつつ、これらを扱う科学技術政策に関し、現行の科学技術基本計画のレビューしつつ、社会との関係の深い具体的な事例・研究分野(科学技術系人材、ライフサイエンス、エネルギー・原子力等)について、政策担当者からの意見を聞きつつ、現在の方針等を考察する。	
	サイエンスリテラシー	菊池・河合・山田	光ナノサイエンスにおける物質科学の先端融合領域を担う研究者にとって必要な、研究提案書の作成能力と審査の着眼に関する能力、研究発表能力や論文執筆能力の向上などを目的とする。	
	グローバルアントレプレナーⅠ			
	グローバルアントレプレナーⅡ			
	グローバルアントレプレナーⅢ			
	グローバルアントレプレナーⅣ			
	グローバルアントレプレナーⅤ			
基礎科目	光ナノサイエンス概論Ⅰ	各研究室教員	各研究室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	各研究室教員	各研究室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	中村・服部・重城・小林・片山・鈴木	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。特に、物質の光学的性質、電気的性質、磁気的性質を決めている電子や原子の量子力学的性質を理解することを目的とする。本講義では、基礎方程式やその解の背後にある物理的意味合いについて直感的に把握することを主眼とする。	
	光ナノサイエンスコアⅡ	服部・細糸・細川・谷本・岡田	分子や結晶が原子からどのように構成され、その電子状態が光の吸収や発光にどのように係わるのかについて解説する。また、エネルギーバンドの理解のために必須となる結晶や逆格子の基礎についても解説する。	
	光ナノサイエンスコアⅢ	柳・河合・上久保・西山・山中・野々口	分子科学分野における光ナノサイエンスの基盤となる量子化学、有機化学、タンパク質科学の基礎知識のプラットフォームの構築をはかる。	
	光ナノサイエンスコアⅣ	柳・柳田・田原・安原	分子科学分野における光ナノサイエンスの基盤となる量子化学と熱力学の基礎知識のプラットフォームの構築をはかる。	

区分	授業科目名	担当教員	内容	備考
基礎科目	光と電子特講Ⅰ	(EC) 中村・細川・松井 (AC) 大門・服部・細糸	電気伝導・光学特性・磁性などの多様な物性は、固体の電子状態を基本概念としている。講義では、金属や半導体の諸物性を理解する上で必須となる電子の運動やエネルギーバンドの基本概念を中心に解説する。特にバンドギャップの理解は光ナノマテリアル研究のための重要な基礎となる。	
	光と電子特講Ⅱ	(EC) 徳田・松井 (AC) 大門・香月・細糸	電気伝導・光学特性・磁性などの多様な物性は、固体の電子状態を基本概念としている。講義では、「光と電子特講Ⅰ」(基礎科目)で学習した電子の運動やエネルギーバンドの基本概念を基にして、金属や半導体の電気伝導を中心に解説する。特に半導体のバンドの理解は光ナノマテリアル研究のための重要な基礎となる。	
	光と分子特講Ⅰ	(EC) 谷原・森本・安藤 (AC) 藤木・廣田・中嶋	光ナノサイエンスにおける「分子」の性質に関する理解を深めるために、有機化学の重要概念の理解を図ることを目的とする。	
	光と分子特講Ⅱ	(EC) 廣田・松尾・細川 (AC) 垣内・菊池・中嶋	化学反応を化学反応論からどのように説明できるかを知る。また、各種スペクトルを用いた有機化合物の構造決定手法を説明し、有機化合物の構造決定が行える能力を養う。さらに、生化学の基礎的知識を修得する。	
	先端融合物質科学Ⅰ	(EC) 中村・細川・松井 (AC) 大門・服部・細糸	電気伝導・光学特性・磁性などの多様な物性は、固体の電子状態を基本概念としている。講義では、金属や半導体の諸物性を理解する上で必須となる結晶の周期性、電子の波数とエネルギー、およびエネルギーバンドの基本概念を中心に解説する。	
	先端融合物質科学Ⅱ	(EC) 谷原・森本・安藤 (AC) 藤木・廣田・中嶋	先端融合領域における物質科学の理解を深めるために、分子性物質の構造および性質に関する知識習得を目的とする。	
	先端融合物質科学Ⅲ	(EC) 徳田・松井 (AC) 大門・香月・細糸	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。光マテリアルの研究において半導体のバンド構造の理解は特に重要である。	
	先端融合物質科学Ⅳ	(EC) 廣田・松尾・細川 (AC) 垣内・菊池・中嶋	化学反応を化学反応論からどのように説明できるかを知る。また、各種スペクトルを用いた有機化合物の同定の演習を行い、有機化合物の構造決定が行える能力を養う。さらに、生化学反応の基礎概念を把握する。	
	現代量子力学特論	柳田・河口	ナノ系や光の性質を理解するために不可欠である量子力学の基礎を習得することを目的とする。第1回は理工系学部レベルの総復習で量子論全般の基礎事項をまとめる。2-4回は物理学科等では学部3-4年で既習の可能性があるが、その他理工系では大学院で学ぶ内容。物理学科等の出身者は注意。	
	先端半導体工学	浦岡・石河	半導体の基礎的な物性および絶縁体/半導体、金属/半導体など各種接合界面の電子物性を理解する。それを応用したデバイスの動作原理、作製プロセス技術(微細加工技術)について習得する。	
	先端光電子工学	太田	光の応用により情報通信システムの大容量化、高速化や映像情報の高品質化が進展している。本講義では、その基本デバイスの光ファイバ、半導体レーザ、受光デバイス、イメージセンサなどの特性や原理・構成を事例にして、それらの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	電子デバイスの作製に用いられる様々な機能性材料について、その物理的性質、電気的な性質、応用素子の動作原理について詳しく解説する。また、先端研究成果や課題についても、解説する。	
	現代有機化学特論	山田・森本	分子物質は光ナノサイエンスの主要研究対象であり、有機化学はその構造、性質、反応および合成に関する基幹学問である。「現代有機化学特論」では「光と分子特講Ⅰ」、「先端融合物質科学Ⅱ」(共に基礎科目)と共通の教科書を用いて、有機化学の重要概念の理解を図ることを目的とする。	
	先端高分子化学特論	藤木・安藤	本講義では、高分子の合成や構造・物性解析に必要な事項を学修することを目的としている。	
	現代無機化学特論	松尾・(矢野重)	本講義では、金属(イオン)化合物の性質の理解と応用という観点から、特に遷移金属が関与する配位化学(錯体化学)の構造論、反応論について講述する。	
	先端生化学	谷原・上久保	免疫、発生、光合成、視覚など生命現象の仕組みを分子レベルで理解することによって、私たちの身体を維持する仕組みを学び、薬や新しい治療方法の研究開発の基礎となる知識、考え方を身に付ける。	
専門科目	光・磁気物性特論	柳・香月・細糸・細川	各種の物質の光学的性質と磁気的性質について概要を述べる。とくに有機分子の光化学過程とレーザー光と物質の相互作用、固体における光学的性質(吸収、発光過程)、これらに基づく短パルスレーザーと顕微鏡に関連する光応用技術、さらには原子の電子状態から見た物質の磁性などについて解説する。	
	電子原子物性特論	大門・柳田・服部・松井	ナノ構造や表面構造について、その多様性や特異な構造、電子状態を基礎にした成り立ちの仕組み、回折法・顕微鏡法による原子構造解析、光電子分光法による電子状態解析の理解を促し、計測法や計測に用いる基礎過程に関する理解を深める。特に、測定例や解析例、その背景の理論概念を中心に解説する。	

区分	授業科目名	担当教員	内容	備考
専門科目	フォトンクス特論	太田・徳田	光センサおよびイメージセンサ技術を中心に、半導体光デバイスのメカニズム・構造・プロセス・機能および応用について学ぶ。電荷蓄積に至る概念を半導体工学・光物性から説きおこし画素構造、センサ構造までを講義する。またCMOSイメージセンサの性能向上の工夫について解説する。さらには、カプセル内視鏡や人工視覚などの医療への応用など、新しい展開についても紹介する。これらを通し、半導体光デバイスの基礎概念から応用に至るまでを俯瞰するとともに、詳細の理解を目指す。	
	情報素子工学特論	浦岡・中村・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。特に、材料の特徴がどのように、素子に生かされているかを詳しく紹介する。	
	分子フォトサイエンス特論	河合・山田・中嶋・荒谷	光ナノサイエンスの基盤となる有機光材料・有機電子材料と光の相互作用や光励起状態、構造と機能との相関について講義し、最先端研究に関する理解を深める。	
	先端反応構造化学特論	藤木・森本・谷本・西山	分子の特性を熟知、活用して効率的な合成を行うことは有機化学において重要である。講義(1-3)では弱い分子間力、動的キラリティ、協同現象をケーススタディとして学ぶ。講義(4-8)では、目的の有機分子を効率的に合成するための基礎戦略の修得を目的とする。	
	生体機能物質特論	菊池・安藤・安原・田原・寺田	バイオミメティクス及びバイオインスパイアード科学の観点から、生体機能物質の設計方法並びにこれらを利用した生体機能材料について、主に分子デバイスと生体適合性材料に焦点をあてて、基本原理から具体的な応用例までを系統的に概説する。	
	生物物質科学特論	廣田・上久保・松尾	生体反応に関与する分子の構造的特徴・化学的性質を基に、生体高分子の機能発現機構と制御方法について理解する。また、それらを明らかにするための研究方法に必要な分光学的手法について、その原理を理解する。	
	先端物質科学技術特論	連携研究室教員	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研究室教員により講義を行う。	
	物質科学特論Ⅰ	(水谷・立川)	この講義では、レーザーを用いた二次の非線形光学的手法、すなわち光第二高調波法および光和周波発生法で、反転対称性を持たない構造をもつ材料の電子状態、振動状態を探る方法の理論的基礎、実験的手法から応用までを最新のトピックスを交えて学習する。また、ここ10年ほどで劇的な進歩を遂げた、分子軌道理論の深化と多様化、低スケールリングの計算アルゴリズムの開発、ならびに動力学的要素の導入などについて、理論的背景と具体的な応用例をまじえ、量子化学の基礎理論から、化学反応解析への応用を広く解説する。	
	物質科学特論Ⅱ	(南戸)	人間の五感に相当するセンサ技術を中心に、センサに使われる機能材料に着目して、どのような機能がセンサに應用されているかについて理解を深めるとともに、匂いセンサ及び放射線センサを例に、物質のどのような機能が使われ、現在どのような研究が最先端でなされているか理解を深める。	
	物質科学特論Ⅲ	(中野・上垣外)	(1～4) 光ナノサイエンスの重要ターゲットであるフォトメカニカル効果について理解させる。その前提となるフォトクロミズムについて概説するとともに、フォトメカニカル効果のひとつである光誘起物質移動現象のメカニズムについて議論する。 (5～8) では、工業的に広く用いられているラジカル重合の基礎から、高分子の分子量、立体構造、モノマー連鎖制御を可能とする精密ラジカル重合へと展開し、精密構造制御に基づく機能性高分子材料の設計について学ぶ。	
	物質科学特論Ⅳ	(山口・尾高)	生体高分子化学の発展に伴い、近年、金属タンパク質、抗体、超分子タンパク質等の高度な基礎研究、応用研究が盛んになっている。本講義では、立体構造に基づく金属タンパク質、超分子タンパク質の作用機構解析と利用法開発に関する研究、及び、生体系の優れた分子認識能を人工系で活用する研究について、研究の歴史的背景や最近の研究動向を化学的観点から講義し、生体高分子化学の基本的な考え方と応用例を学ぶ。	
	物質科学実験・実習	配属研究室教員		
	ゼミナール A	配属研究室教員		
	ゼミナール B	配属研究室教員		
	融合ゼミナール A	各研究室教員	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	各研究室教員	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	配属研究室教員	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	配属研究室教員	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	配属研究室教員	与えられた研究課題について、学術的および技術的背景を明らかにし、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28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IIB	McDowell	Students develop knowledge, skills and experience for presentations in English.	
	物質科学英語IIIB	McDowell	Students gain skills, knowledge, and experience for discussion in English. Furthermore, students will improve their awareness of inter-cultural communication and effective language learning.	
	物質科学英語研修	教務委員長	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	配属研究室教員	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	配属研究室教員	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	教務委員長	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	配属研究室教員	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・浦岡・香月・徳田・中嶋・荒谷・(杉山)	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	配属研究室教員	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	配属研究室教員	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	配属研究室教員	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。	

研究室での教育・研究の概要



量子物性科学研究室

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

(写真左から)

教授: 柳 久雄 yanagi@ms.naist.jp准教授: 香月 浩之 katsuki@ms.naist.jp助教: 石黒 淳 ishizumi@ms.naist.jp助教: 冨田 知志 tomita@ms.naist.jp

研究室概要

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箱です。また、半導体ナノ粒子は、量子効果によりバルク固体とは異なった色を示します。これらの量子物質の性質は、分子構造や形状、サイズによって変化します。さらに、量子物質を規則正しく配列し、それらの間にコヒーレンスが生まると、様々な新しい光学的・電磁気学的現象が得られます。

本研究室では、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、超高速レーザー分光や種々の顕微鏡法によって、その性質を量子力学的立場から明らかにするとともに、将来の量子情報技術へ利用される新物質や光デバイスへの応用を目指しています。

主な研究分野

1) 有機エレクトロニクス&フォトリクス

有機分子の配列や集合体構造を制御することにより、高効率の有機レーザーや発光トランジスタ、有機太陽電池を創製する(図1)。

2) 分子性結晶中でのコヒーレント制御

固体パラ水素結晶、有機半導体結晶など量子性の高い結晶を対象とし、その量子状態をフェムト秒レーザーを用いて時空間的に制御、観測する事を目指す(図2)。

3) 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)。

4) メタ物質フォトリクス

ありふれた材料を用いながらも、ナノ粒子や超薄膜など形や、役割分担、相互作用を工夫することで、電磁波を「錯覚」させ、自然界にはない機能を持つ人工物質(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、フェムト秒時間分解分光装置、近接場光学顕微鏡、共焦点レーザー顕微鏡、原子間力顕微鏡、走査型トンネル顕微鏡、走査型電子顕微鏡、半導体特性評価装置、真空プローバ

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、分子科学研究所、神戸大学、山形大学、カリアリ大学、ギーセン大学、理化学研究所、他

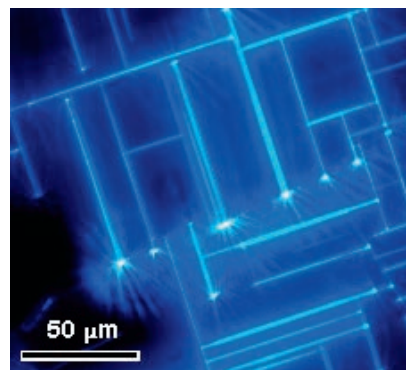


図1 分子結晶を用いた有機レーザー



図2 Cuセル中に成長させた固体パラ水素結晶

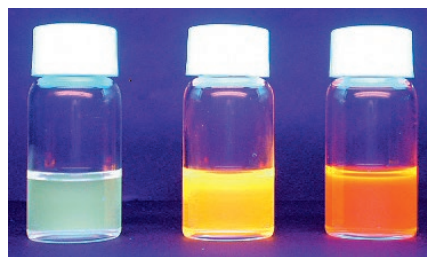


図3 不純物ドーブ半導体ナノ粒子DAペア発光

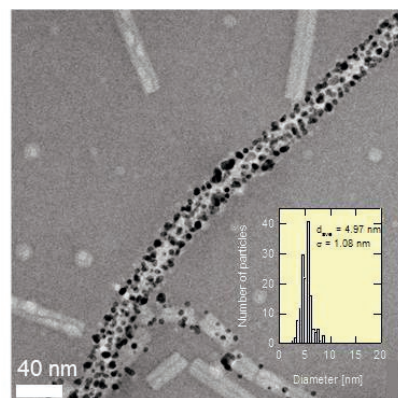


図4 TMV-金ナノ粒子複合体

凝縮系物性学研究室

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



(写真左から)
教授: 大門 寛 daimon@ms.naist.jp
准教授: 服部 寛 khattori@ms.naist.jp
助教: 武田 さくら sakura@ms.naist.jp
特任助教: 田口 宗孝 mtaguchi@ms.naist.jp
特任助教: 松田 博之 hmatsuda@ms.naist.jp

研究室概要

ナノメートル以下のサイズになると、量子化の影響で、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。当研究室では、そのような表面ナノ新物質や強相関物質などの原子構造や電子構造を研究する表面・固体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。半導体表面超格子構造や強相関物質、また、触媒、分子デバイ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

1) 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撮影や、光電子回折 (PED) を用いて特定の原子の周りの原子配列を解析している (図1、2)。その他、走査トンネル顕微鏡 (STM) (図3)、反射高速電子回折 (RHEED)、三次元逆格子空間マッピング (図4) などを駆使して構造解析を行っている。

2) 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5)。また、超高分解能分析器SES2002と超高真空ラマン分光を用いて反転層中のホールサブバンド (図6) やスピン分離バンド、歪み半導体 (図7) のバンド分散を調べている。

3) 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、表面制御発光を超高真空下のPL法で測定している。

4) 表面上の分子反応・原子挙動の解析

表面超構造上での、 NO_x やアミノ酸などの分子吸着や脱離を、STM、AES、LEED、TPD、ESD、第一原理計算で調べている (図8)。

5) 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と立命館大学にて計2台使用している。

・試料作成複合評価システム 世界最大 (図9)

3台の「新物質作製装置」で作製した表面新物質を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

国内外との共同研究、SPring-8、立命館大学SRセンターなどを利用。

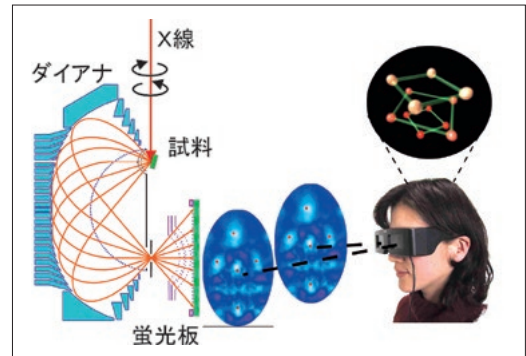


図1 二次元光電子分析器 (DIANA) を立体原子顕微鏡として用いた原子配列の立体視

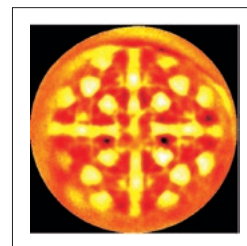


図2 NiOの光電子回折パターン

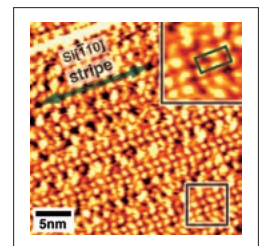


図3 $\beta\text{-FeSi}_2$ 表面のSTM像

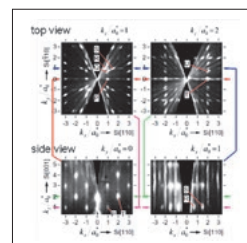


図4 三次元逆格子マップ

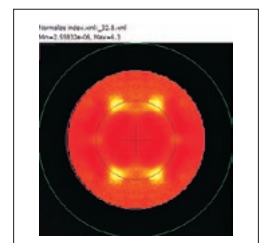


図5 ZrB_2 価電子帯の構成原子軌道解析

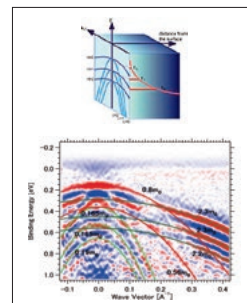


図6 ホールサブバンド

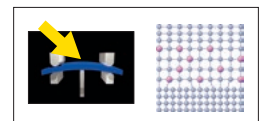


図7 一軸及び2軸引張り張り歪み半導体

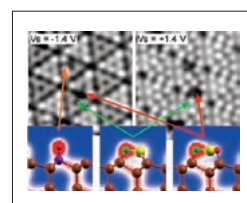


図8 解離吸着分子のSTM観測と第一原理計算

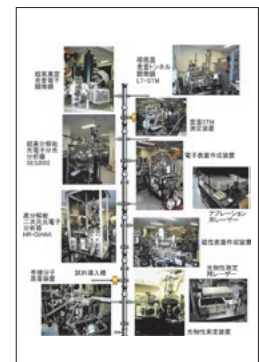


図9 試料作成複合評価システム



教授: 藤木 道也 fujikim@ms.naist.jp

研究室概要

化学の常識に挑む...水の惑星地球に誕生した生命の起源に研究のヒントを得ながら、次世代の発光性高分子の設計-構造-機能相関解明の研究を推進しています。

主な研究分野

1) 円偏光発光高分子のゼロ段階合成

生物不斉資源であるテルペンを溶媒にして、高い蛍光量子収率で円偏光発光性高分子を設計・創成しています。成果は新聞や学術雑誌のハイライトに選ばれています。

2) 鏡像対称性の破れ: 不斉の起源に迫る

鏡像対称性を破る不斉な物理力や不斉な化学力の起源に学び、不斉の発生・増幅・転写・反転・機能の発現と制御、絶対不斉合成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。*Chemical Communications* (RSC)の表紙を飾りました。

3) 発光高分子-セラミックス複合材料のゼロ段階合成

発光高分子とセラミックスを組み合わせた発光性コアシェル型複合材料をゼロ段階で創成する研究を行っています。

研究室所有研究設備

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・可視分光計、蛍光分光計、円二色分光計、円二色蛍光光度計、分子量測定装置、高速液体クロマトグラフィー、ガスクロマトグラフィー、グローブボックス、旋光計、粘度計、屈折率計、ファイバー分光器付き蛍光顕微鏡、計算化学環境(Gaussian09, Conflex)など。

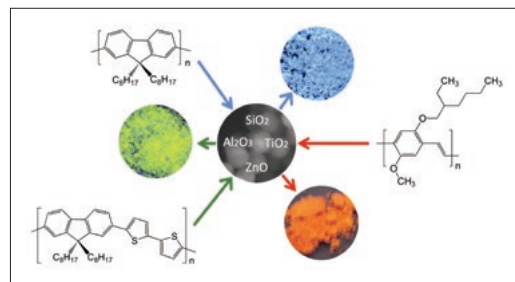
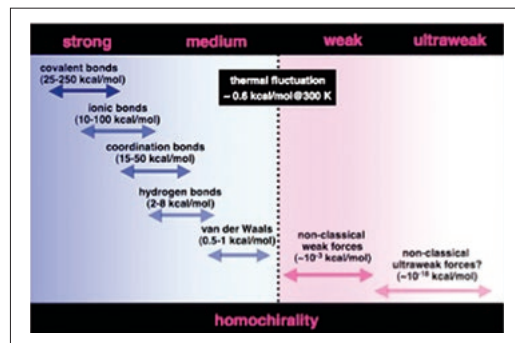
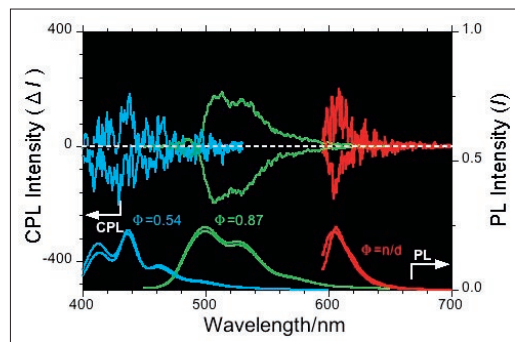
共同研究・社会活動・所属学会

研究費: 科学研究費補助金など。

共同研究: (国内) 近畿大学、千歳科学技術大学、北海道大学など。

(国外) 韓国・慶北大学、中国・蘇州大学、イスラエルワイツマン科学研究所など。

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、光化学協会など





(写真左から)

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

特任助教:竹原 宏明 takehara@ms.naist.jp

研究室概要

本研究室では、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リック材料・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的脳疾患治療に向けた脳内埋込型デバイスの研究開発(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技術とマイクロメモ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メモリ応用にに向けたSi-LSI上マイクロ回路デバイス(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、デジタルELISA用センサなど。



図1 研究室研究内容

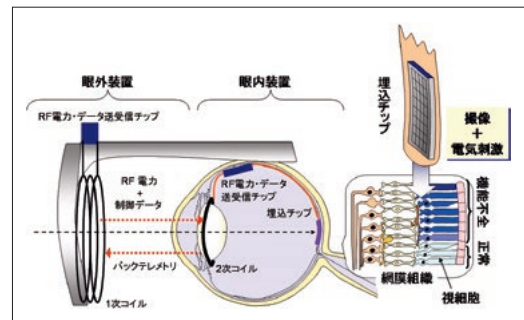


図2 人工視覚システム

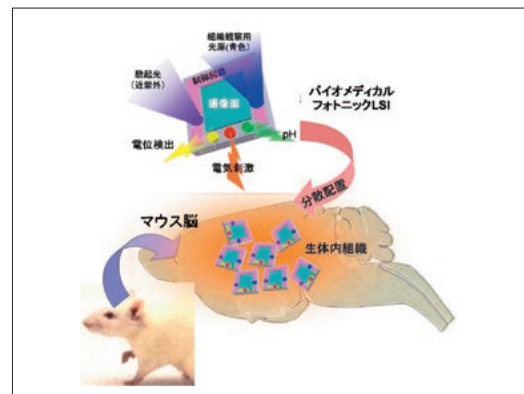


図3 脳内埋込デバイス

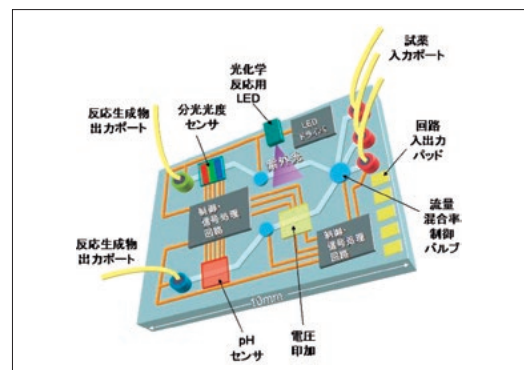


図4 Chemo-LSIシステム

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、バリレンコーター、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、レーザー加工機、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フォトリック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、細胞培養設備等。

共同研究・社会活動など

- ・共同研究：大阪大学医学部眼科、(株)ニデック、生理研
- ・日本学術振興会第125、131、174、179委員会、JSTさきがけアドバイザー
- ・応用物理学会、電気学会、映像情報メディア学会

情報機能素子科学研究室

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

(写真左から)

教授: 浦岡 行治 uraoka@ms.naist.jp准教授: 石河 泰明 yishikawa@ms.naist.jp助教: 上沼 陸典 uenuma@ms.naist.jp助教: 藤井 茉美 f-mami@ms.naist.jp特任助教: Bermundo Juan Paolo Soria
b-soria@ms.naist.jp

研究室概要

本研究室では、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、太陽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) 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・プラスチック基板上に形成し、ウェアラブルコンピュータの実現を目指します。

2) 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。

3) タンパクなど自己組織化材料を用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。

4) プリント技術を駆使したベンダブルデバイス

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ベンダブルデバイスを実現します。

5) 高効率熱電変換素子

ナノドットや酸化物半導体材料を用いた熱電変換素子の高効率化をめざします。

研究設備

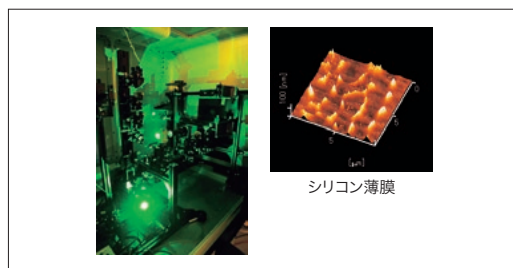
- ・クリーンルーム、レーザ結晶化システム、リソグラフィ装置
- ・光学特性、半導体デバイス測定装置、デバイスシミュレータ

共同研究・社会活動など

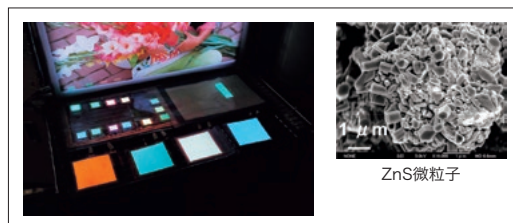
- ・Panasonic、日産化学、住友化学、住友電工、味の素など
- ・SSDM、MRS、AMFPD、IDW、ITC、IMFEDK国際会議



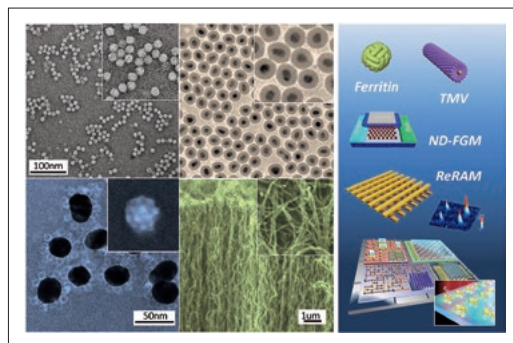
次世代機能集積素子システムオンパネル



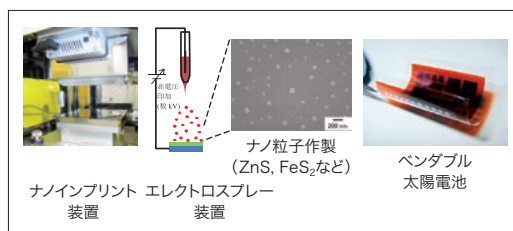
シリコン薄膜のレーザ結晶化システム



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



プリント技術によるベンダブルデバイス

反応制御科学研究室

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



(写真左から)
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
助教:西山 靖浩 y-west@ms.naist.jp

研究室概要

本研究室では、“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 (図1)
 - ・窒素官能基を利用した新分子変換法と生理活性分子合成 (図2)
 - ・高周期元素を導入した環状アセチレン材料の合成と解析 (図3)
 - ・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。本研究科光機能素子科学研究室と共同研究
 - ・有機光反应用流通式マイクロリアクターの開発 (図4)
- 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 (図5)
 - ・環境調和型因子を利用した高選択的不斉光反応の開発
- 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 (図6)、糖類、CO₂の合成化学的新規利用法
- 5) 光信号を電気信号へ変換せず、光のまま高速に処理する、全光型信号処理の実現を目指します。
- 6) 強相関電子系および超伝導体の非線型応答と非平衡状態の性質を解析的および数値的手法を用いて明らかにします。

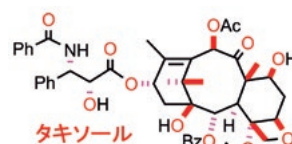
研究設備

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

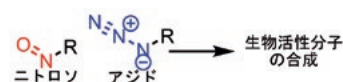
共同研究・社会活動など

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、インドネシア大学 (インドネシア)、
イズミル大学 (トルコ)、ジェームス・クック大学 (オーストラリア)、高麗大学 (韓国)、大阪大学、筑波大学、宇部工業高等専門学校、
宇宙航空研究開発機構 (JAXA)、海洋研究開発機構 (JAMSTEC)

抗ガン活性天然部の合成 (図1)



新しい窒素官能基の利用法の開発 (図2)



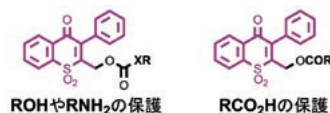
新しいゲルマニウム材料の開発 (図3)



不斉光 [2+2] 反応の開発と 光マイクロリアクターへの応用 (図4)



光解離性保護基 (図5)



ホルムアルデヒドを用いた新合成反応 (図6)



バイオミメティック科学研究室

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



(写真左から)

教授:菊池 純一 jkikuchi@ms.naist.jp

助教:安原 主馬 yasuhara@ms.naist.jp

助教:田原 圭志郎 tahara@ms.naist.jp

研究室概要

当研究室では、**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

1) 人工細胞を用いる次世代型情報通信システムの開拓

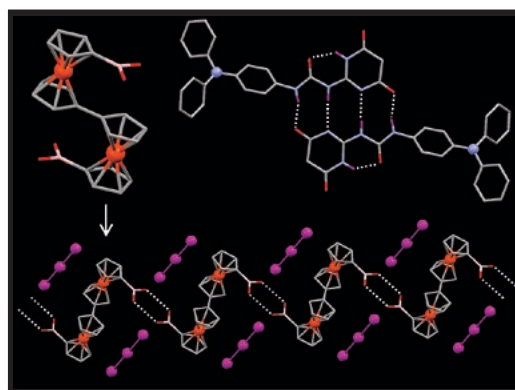
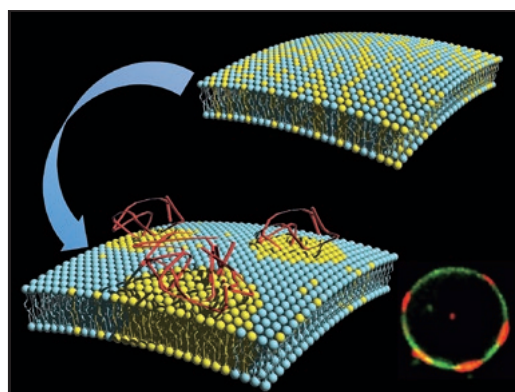
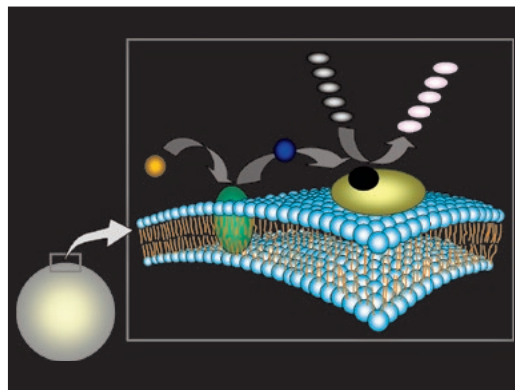
生体には無配線かつナノスケールで情報処理を行うシステムがあります。この生体系に学ぶことで、酵素や受容体などを組み込んだ人工細胞を用いて情報処理が可能な分子デバイスを開発しています。さらに、これら人工細胞の有機的な組織化・連係によって、情報媒体として分子を用いる未来の通信システム「分子通信」を開拓しています。

2) 細胞膜ダイナミクスの誘導による生体機能の制御

外部刺激に応答して誘導される、細胞膜の形態変化や細胞膜内での分子集合体の形成は多くの細胞機能や疾病と関連する重要な分子機構です。天然に存在する膜作用性分子を規範として、細胞膜ダイナミクスを誘導することのできる分子をデザイン・合成し、実際に生体機能を制御する手法を開発しています。

3) レドックスと超分子化学を利用した分子コンピューティングへの挑戦

DNAやタンパク質に倣った生体系の弱い相互作用（水素結合や静電反発）と人工系のレドックス中心間の強い相互作用を相乗させた物質系の構築を目指し、分子デバイスや電流の流れない論理回路を実現するための設計指針を明らかにしています。



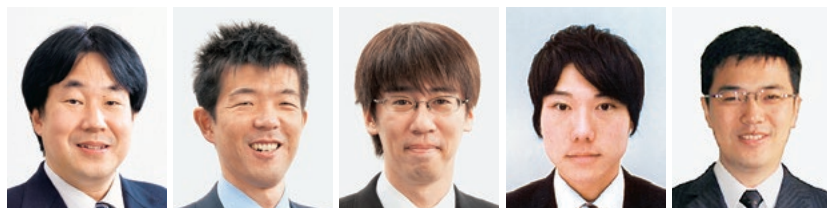
研究設備

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)、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、全反射蛍光顕微鏡、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、カリフォルニア大学サンフランシスコ校（米国）、北京大学、遼寧大学（中国）、京都大学、九州大学、企業各社、学内および研究科内の他研究室など
- ・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、日本ソルゲル学会、生物物理学会、光化学協会など

超分子集合体科学研究室

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

(写真左から)
 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
 助教: 山中 優 mymnk@ms.naist.jp
 特任助教: 太 虎林 h-tai@ms.naist.jp

研究室概要

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。当研究室では、**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機能性超分子の創成、非天然機能を有する人工タンパク質の創成、酵素の反応機構の解明、生理活性分子の機能解明、更に、フォールディング異常病（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

1) 機能性生体超分子の創成

タンパク質を自在に操り、生体超分子を作製する技術はまだ確立されていません。私達は新しい概念でタンパク質をパズルのピースのように捉え、機能性タンパク質超分子の開発を行っています(図1)。また、HeLa癌細胞の細胞膜を破壊するタンパク質超分子を作製することにも成功しました。(図2)。

2) フォールディング異常病の分子機構解明とその阻害法開発

アルツハイマー病やパーキンソン病、狂牛病などのフォールディング異常病（コンフォメーション病）のタンパク質構造異常化の分子機構は不明のままです。これらの疾病に関連するタンパク質変性機構を分子レベルで調べ、その阻害法を研究しています。

3) 水素分解・合成酵素の反応機構の解明

水素は将来エネルギーとして期待され、その効率的な分解・合成法の開発は急務です。そこで、生物が有する水素酸化還元酵素（ヒドロゲナーゼ）の分子機構の解明を、レーザー光と各種分析法（IR, ESR）を用いて行っています(図3)。

4) 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

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。

5) 合成化学の手法を駆使した機能性タンパク質の創成

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設計を行っています。有機/錯体合成により、有機金属錯体を有する非天然酵素(図4)、タンパク質ダイナミクスに基づく機能スイッチング(図5) など、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。

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、HPLC、FPLC、GC、グローブボックス、示差走査熱量計（DSC）、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研究室所有機器の他、共通機器を利用。

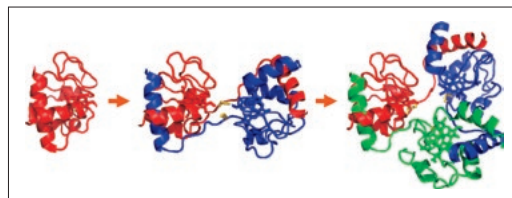


図1 新規タンパク質超分子の創成
 (Angew. Chem. Int. Ed., 2015; Protein Sci., 2015; PloS One, 2015; Mol. BioSyst., 2015; Chem Sci., 2015; Sci. Rep., 2016)

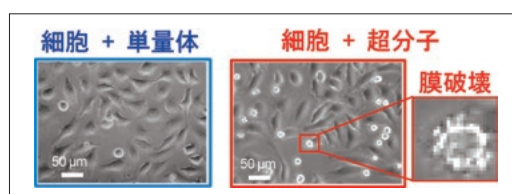


図2 タンパク質超分子によるHeLa細胞の膜破壊
 (ChemBioChem, 2014)

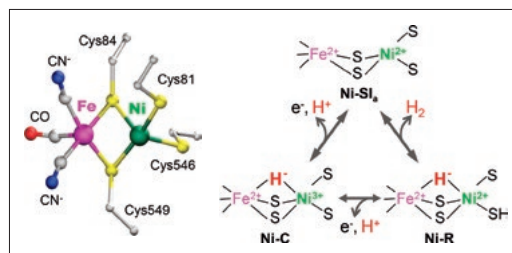


図3 水素酸化還元酵素ヒドロゲナーゼの活性部位構造と推定反応機構 (Angew. Chem. Int. Ed., 2014; J. Phys. Chem. B, 2015)

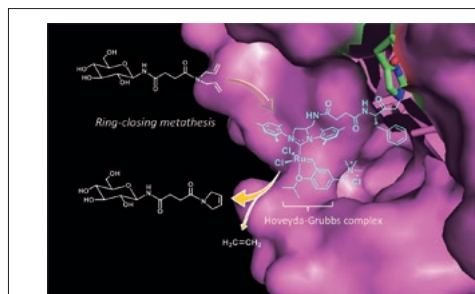


図4 有機金属錯体を有する非天然酵素
 (Chem. Commun., 2012; Organometallics, 2013)

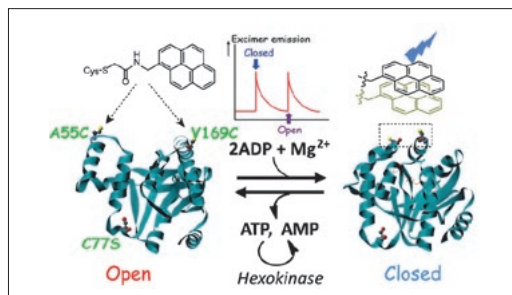


図5 タンパク質ダイナミクスに基づく機能スイッチングシステムの構築 (Bioconjugate Chem. 2013)

生体適合性物質科学研究室

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

(写真左から)

教授: 谷原 正夫 mtanihar@ms.naist.jp

准教授: 安藤 剛 tando@ms.naist.jp

助教: 寺田 佳世 kterada@ms.naist.jp

助教: 小林 未明 mime@ms.naist.jp

研究室概要

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。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（図1）。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、通常の合成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、星型ポリマー分子や刺激応答らせん高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) X線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、X線吸収効率の高い重金属を含有するポリマーをX線と組み合わせることで、低線量でがん細胞を殺傷するX線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シーケンサー、PCR装置、紫外・可視・赤外分光解析システム、共焦点レーザー顕微鏡、セルソーター、円二色性分散計、走査型プローブ顕微鏡、真空ライン重合装置、凍結マイクロトーム等

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、日本応用物理学会、アメリカ化学会、米国材料研究学会等
- ・共同研究：京都大学、名古屋大学、東海大学、(財) 医学研究所北野病院、大阪大学、豊田工業大学等
- ・大学発ベンチャー：(株) PHG

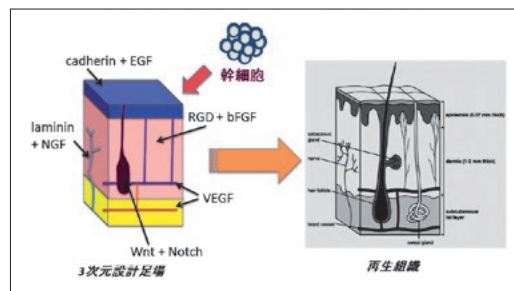


図1 機能性足場を用いた組織再生

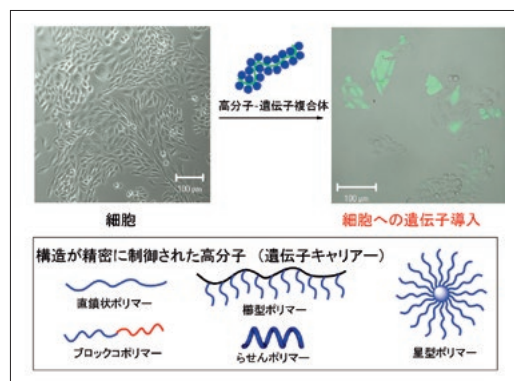


図2 遺伝子キャリアーの創成

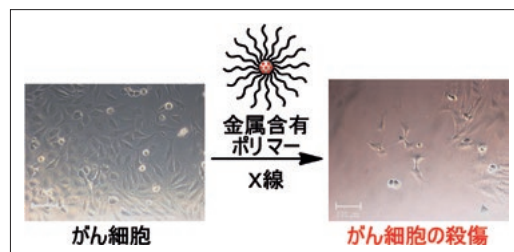


図3 X線増感がん治療法

光情報分子科学研究室

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

(写真左から)

教授:河合 壮 tkawai@ms.naist.jp

准教授:中嶋 琢也 ntaku@ms.naist.jp

助教:野々口 斐之 nonoguchi@ms.naist.jp

特任助教:Jatishkumar j-kumar@ms.naist.jp

研究室概要

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低次元材料に期待が寄せられています。本研究室では、光を当てると色が変わるフォトクロミック分子や、半導体ナノ粒子、希土類発光材料、分子プローブ、ナノカーボン、キラル発光材料など様々な個性を持った分子や材料の合成、開発を行っています。

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

光応答性のターアアリーレン系分子を開発しています。フォトクロミックターアアリーレンの分子構造－機能相関などの基礎研究 (*Chem. Eur. J.* 2015, *New J. Chem.* 2015) に加え、世界最高の超高感度光反応を示す分子骨格 (*Angew. Chem. Int. Ed.* 2011, *Chem. Asia J.* 2015) や、その構造をベースにした光酸発生剤 (*J. Am. Chem. Soc.* 2015) の開発などを進めています。

2) フレキシブル熱電変換材料の開発

カーボンナノチューブからなるフレキシブルな熱電発電材料等の開発を進めています。特にカーボンナノチューブと有機分子・高分子さらにはイオンとの相互作用に注目し、電子移動に伴う電子キャリアの注入とn型化やその安定化に関する基盤学理を探究するとともに、環境にやさしく軽量フレキシブルな熱電発電材料の実現に向けて世界をリードする研究を展開しています。 (*Sci. Rep.*, 2013, *Chem. Sci.*, 2015, *RSC Advances.*, 2016)。

3) キラル超分子の自己集合制御と円偏光発光

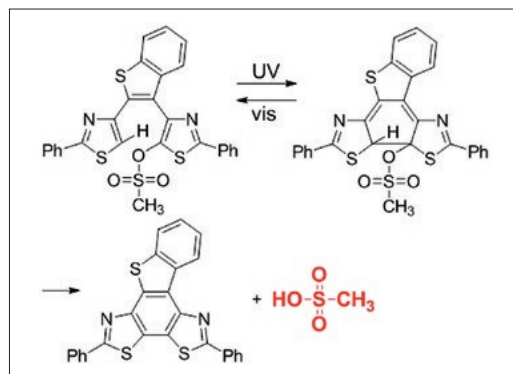
円偏光発光 (CPL) を検出する顕微鏡システムとともに、CPL特性を示すキラル分子・キラル超分子材料の開発を進めています。分子の自己集合に応じたCPL特性の増強 (*J. Phys. Chem. Lett.* 2014, 2015) や、自己集合構造とCPL特性の自在制御 (*Langmuir* 2014, *Angew. Chem. Int. Ed.* 2015) を行っています。

4) 半導体ナノ結晶の表面設計と自己集合制御

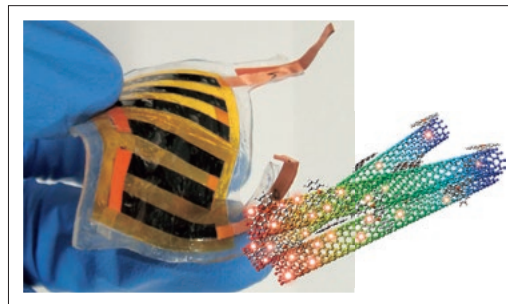
半導体ナノ結晶や金属ナノ粒子の表面構造を設計することで、イオン液体によく分散するナノ粒子とその複合材料の作製と構造評価 (*Polym. J.* 2015)、異方性形状を有するナノ粒子の水中における自己組織化構造の構築 (*Angew. Chem. Int. Ed.* 2016) について研究を進めています。

研究設備

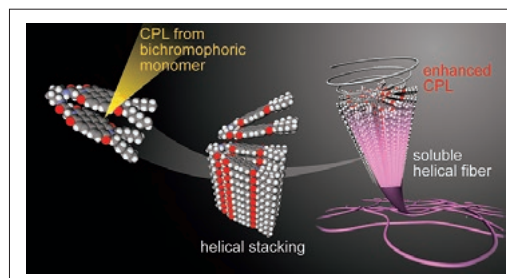
円偏光蛍光顕微鏡計測装置、可視近赤外分光計測装置、赤外顕微鏡、GPC・各種HPLC、振動円二色性分光光度計 (VCD)、熱電特性評価装置、熱分析装置 (DSC、TGA)、量子化学計算用PC他



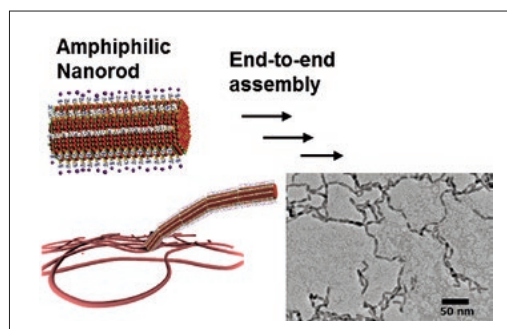
新原理に基づく光酸発生分子



フレキシブル熱電発電シート (NHKニュース等で報道)



キラル分子の自己集合によるCPL増幅



半導体ナノロッドの自己集合

有機光分子科学研究室

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

(写真左から)

教授: 山田 容子 hyamada@ms.naist.jp

准教授: 荒谷 直樹 aratani@ms.naist.jp

助教: 鈴木 充朗 msuzuki@ms.naist.jp

特任助教: 林 宏暢 hhayashi@ms.naist.jp

研究室概要

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。(図1)

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。(図2)

3) 斬新な形状・機能性を有する π 共役分子の構築

十分に π 共役系が拡がりかつ化学的に安定な、ユニークな形状をもつオリゴアセンなどの多環芳香族炭化水素の新規合成法を開拓する。またその材料の特長を活かした光機能性素子・電子素子の開発および高効率の近赤外発光材料の合成を目指す。(図3)

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、エレクトロスプレーイオン化質量分析装置、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「革新的デバイス創製のためのグラフェンナノリボンのテイラーメイド合成」(H27～H32)
- ・新学術領域研究「3D活性サイト科学」(H26～H31)
- ・共同研究: 愛媛大、山形大、千葉大、新潟大、関西学院大、神戸大、京都大、香港中華大、National University of Singapore、南洋理工大(シンガポール)、Fritz-Haber Institute of the Max-Planck Society(ドイツ) など
- ・所属学会: 日本化学会、有機合成化学協会、光化学協会、基礎有機化学会、応用物理学会M&BE分科会、近畿化学協会、アメリカ化学会、イギリス王立化学協会、国際ポルフィリン&フタロシアニン学会など

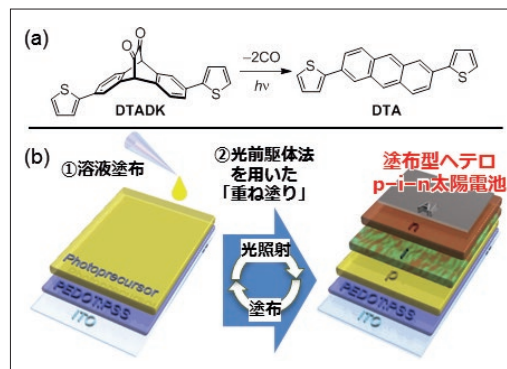


図1 光変換前駆体法を用いたp型有機半導体の合成例(a)と積層型有機太陽電池作成の概念図(b)

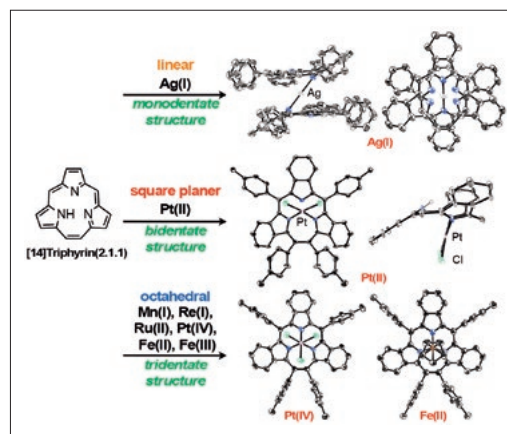


図2 様々な配位形式をとることが可能な[14]トリフィリン(2.1.1)の金属錯体の合成

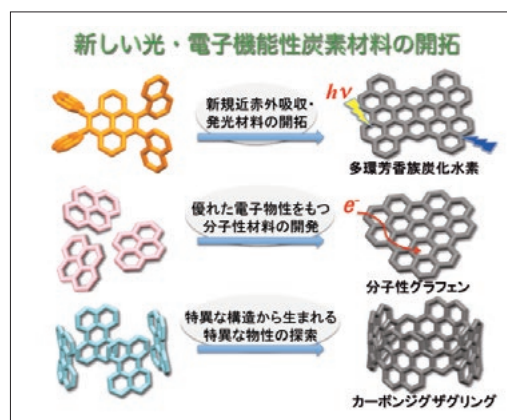


図3 ユニークな多環芳香族炭化水素

センシングデバイス研究室

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

(写真左から)
教授: 柳田 健之 t-yanagida@ms.naist.jp
准教授: 河口 範明
助教: 岡田 豪 go-okada@ms.naist.jp

研究室概要

本研究室では、主として放射線計測を目的として、画像医療、セキュリティ、個人被ばく線量計用の蛍光体およびセンサーを研究します。バルク無機単結晶、セラミックス、ガラスの合成から物性計測、更には特性の良かった材料を用いてデバイス化までを行い、社会に貢献します。

- (1) バルク無機単結晶、透明/不透明セラミックス、ガラスを合成し、詳細な物性計測を行い、量子エネルギー変換の理解・制御を目指す
- (2) センサーとしての実用化を目標とし、必要に応じて有機蛍光体まで含め、シンチレータ、輝尽・熱蛍光、RPLといった放射線誘起蛍光特性を全て計測
- (3) 量子エネルギー変換や衝突電離現象といった基礎過程から産学連携に基づく実社会への応用研究を通じ、研究力のみならず実社会で通用する能力の涵養を3つの柱として、教育・研究を行います。

主な研究分野

1) バルク無機単結晶、セラミックス、ガラスの合成

数mmから数cmまでのバルク無機蛍光体の合成を行います。

2) 光物性の計測

研究室で合成、もしくは共同研究先から提供された蛍光体材料の光物性を計測します。

3) 放射線誘起蛍光特性の計測

シンチレータ、輝尽蛍光、熱蛍光、RPLといったホスト-発光中心間での量子エネルギー変換を真空紫外から近赤外の多波長、ps-sの多スケール、4-700Kの多様な温度域で計測します。

4) 放射線検出器の開発

画像医療 (X線CT、PET、SPECT)、セキュリティ (空港の手荷物検査器など)、資源探査、高エネルギー物理学用のセンサーを開発します。

5) 一般蛍光体の開発

放射線計測用から派生し、長残光蛍光体、応力発光体などの無機一般蛍光体の開発を行います。

研究設備

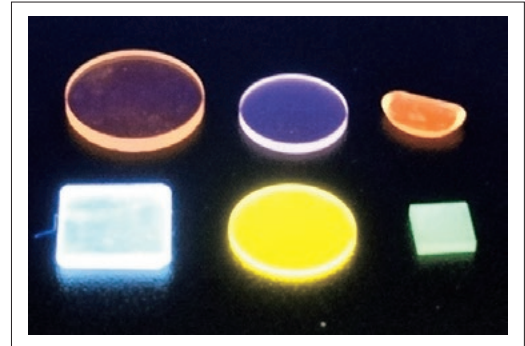
FZ炉、SPS炉、電気炉、静水圧プレス、XRD、分光光度計、FTIR、反射率計測装置、PL装置、PL絶対量子収率計、PL蛍光寿命計、ラマン、輝度計、シンチレーションスペクトル (110-1650nm)、パルスX線ストリーク、X線残光計、温度依存性計測機 (4-700K)、熱蛍光装置、シンチレーション発光量計測装置、I-V・C-V計、恒温槽

共同研究・社会活動など

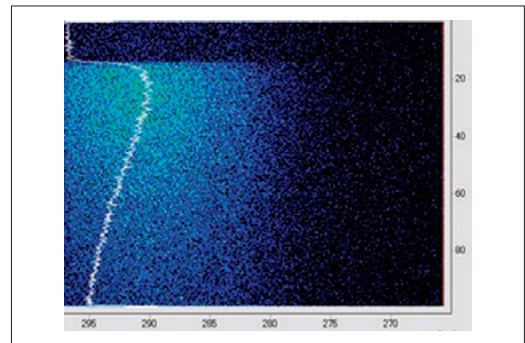
学术界: 東大、京大、阪大、東北大、名大、名工大、広島大、金沢工大、産総研など

産業界: 日本結晶光学、三井金属鉱業、トクヤマ、日立金属、神島化学工業、日立アロカメディカル、日立製作所、千代田テクノロ、オキサイドなど

社会活動: 応用物理学会放射線分科会、日本学術振興会186委員会、次世代先端光科学研究会など



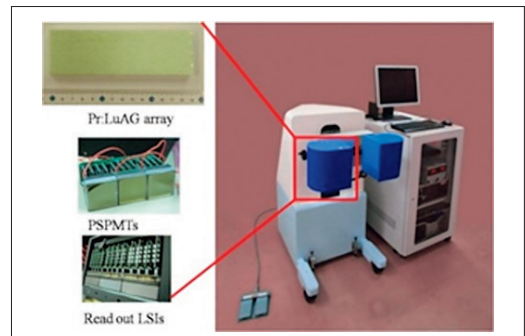
1) バルク無機蛍光体の開発



2) 光物性



3) センサー開発



4) 装置開発

有機固体素子科学研究室

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

(写真左から)
教授: 中村 雅一 mnakamura@ms.naist.jp
助教: 小島 広孝 kojimah@ms.naist.jp

研究室概要

Electronics on Any Surface!

これが我々の研究のキャッチフレーズです。IoT (モノのインターネット) という言葉が盛んに聞かれるようになってきました。身の回りの様々な「表面」に多様なエレクトロニクスの機能を付加してゆくことで、私たちのくらしはより快適で豊かなものになります。丸めて持ち運べる電子機器、体に貼るだけで発電するデバイス、場面に合わせて最適な色の光で発電する太陽電池など、物性物理学、電子工学、物理化学などをベースに、有機固体のもつ多彩な相互作用を利用しながら、有機エレクトロニクスの基礎から応用まで幅広く研究しています。世界唯一の評価装置や理論計算による、独創的な研究アプローチも特徴の一つです。学生一人一人の興味と適性に応じて、物質に関わる基礎的な研究から実際に動作するデバイスまで、幅広いテーマ設定を行います。

主な研究分野

1) 「やわらかい熱電材料」の探索

分散型エネルギー源として期待される熱電変換を利用した環境発電のために、従来概念を覆す有機熱電材料や、複合材料における分子接合を利用した新メカニズムによる熱電材料の開発などを行っている(図1)。さらに、分子動力学計算などを駆使した分子論的考察から熱電機構の解明を目指している。(図2)

2) 有機半導体材料におけるキャリア輸送過程の解明

原子間力顕微鏡ポテンショメトリをはじめとする独自評価法の開発により、これまで無機半導体モデルを借用してきた有機半導体材料に対する真の理解と、価値ある応用を指向した研究を行っている。(図3)

3) OFET構造を応用したテラヘルツイメージングデバイスの創出

ペンタセン薄膜に再現性よく現れるバンド端ゆがみポテンシャルを利用したテラヘルツ (THz) 波イメージングデバイスの実現を目指し、THz波センシングの素過程を確認するなど、応用を指向した基礎的研究を行っている。(図4)

4) 室内環境発電のための「明るい有機太陽電池」の開発

有機太陽電池は、分子設計によって吸収波長選択性をもたせることができる。この特長を活かして、例えば室内照度を低下させないよう人間の視感度が低い青色光を選択的かつ高効率に光電変換する有機太陽電池を開発している。

研究設備

独自開発装置: 原子間力顕微鏡ポテンショメトリ、熱刺激電流/熱電特性評価装置、THz時間領域分光装置、有機無機多元蒸着装置、昇華精製装置ほか

汎用装置: 半導体特性評価装置、走査型プローブ顕微鏡、熱伝導率評価装置、光電変換量子効率評価装置、インピーダンスアナライザ、化学計算クラスタほか

共同研究・社会活動など

所属学協会: 応用物理学会 (有機分子・バイオエレクトロニクス分科会、薄膜・表面物理分科会)、日本表面科学会、分子科学会、日本熱電学会、学振ナノプローブテクノロジー第167委員会、Materials Research Society (アメリカ) ほか

最近の共同研究: 千葉大学、東京工業大学、東京大学、南山大学、大阪大学、神戸大学、九州大学、テルアビブ大学 (イスラエル)、フンボルト大学ベルリン (ドイツ)、ヤーコプス大学ブレーメン (ドイツ)、シンガポール国立大学 (シンガポール)、浙江大学 (中国)、高輝度光科学研究センター、パナソニック、東レ、日本化薬、富士フイルムほか

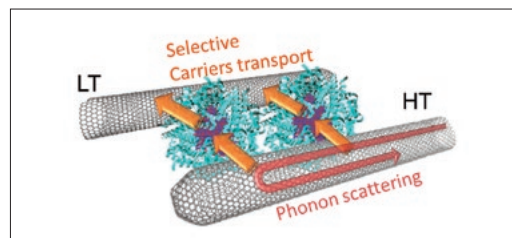


図1 カーボンナノチューブを無機粒子内包タンパク質で橋渡させることによるナノスケール熱/キャリア輸送制御

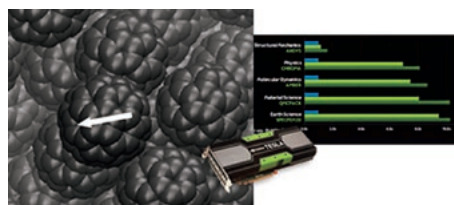


図2 分子動力学計算によるフラーレンの分子運動の再現と特異な熱電効果の解明

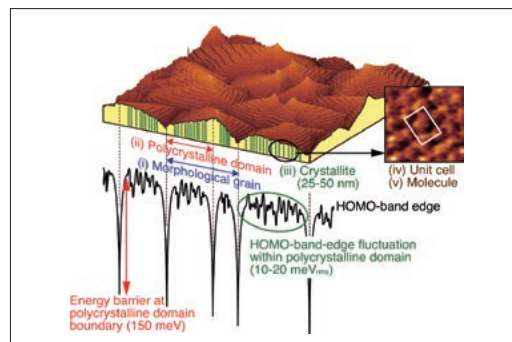


図3 種々の評価法を駆使して得られたペンタセン薄膜における階層的結晶構造とバンド端プロファイル

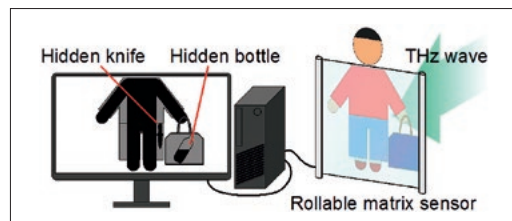
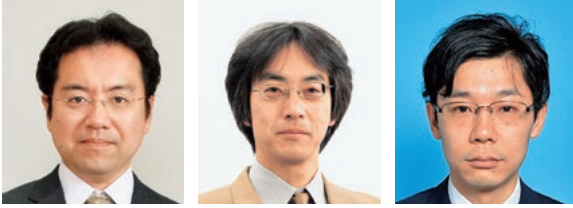


図4 ロラブルTHz波マトリクス型センサによる手荷物検査のイメージ図



(写真左から)
教授: 細川 陽一郎 hosokawa@ms.naist.jp
助教: 片山 健夫 tkatayam@ms.naist.jp
特任助教: 飯野 敬矩 i-takanori@ms.naist.jp

研究室概要

高強度のレーザーを顕微鏡下で生体試料に集光したときに誘導される強励起現象、流体に誘導される力学作用を解明し、それらを細胞や蛋白質をナノレベルで操作・計測するための検出方法として駆使することで、生命現象を、細胞及び蛋白質レベルで、物理学的な観点から理解しようとしています。さらには、これらの手法を基礎とした医学・生物学分野のための装置の開発にも取り組んでいます。

主な研究分野

1) 超短パルスレーザーを駆使して細胞・物質を操作する研究

1秒間に30万キロ進める光が1ミクロン程度しか進めない極めて短い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、光エネルギーが時間的・空間的に極限にまで濃縮されます。このエネルギーが濃縮された光を細胞や水溶液に作用させると、1ミクロン程度の大きさの集光点で微小な爆発現象が引き起され、微小空間に強い衝撃波が伝搬し、細胞や微小生体試料に衝撃力として作用します。この力を細胞に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、単一細胞へ遺伝子を導入したりすることに成功しています。さらに、レーザー誘起衝撃力による操作技術と原子間力顕微鏡による検出技術を融合し、衝撃力自身や微細生体試料の力学的性質を明らかにしようとしています(図1)。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、多くの医学・生物学分野の研究者と連携して研究を進めています。

2) レーザー操作技術を駆使した装置開発研究

近年、超短パルスレーザーの操作性が飛躍的に向上し、医療・生物学分野の研究者にも容易に利用できる装置になり、その用途が拡大しています。当研究室では、上記の基礎研究により見いだされた超短パルスレーザーが細胞・物質に及ぼす作用に関する知見を基盤に、ナノ・マイクロレベルでの細胞操作技術により実現される、未来を見据えた革新的な医療・バイオ機器の開発研究にも取り組んでいます(図2)。

研究設備

顕微フェムト秒レーザー照射システム(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

バイオサイエンス研究科、東京大学、京都大学、近畿大学、東京工業大学、東京学芸大学、東北大学、神戸大学、基礎生物学研究所、陽明大学(台湾)、国立交通大学(台湾)、UCLAなど

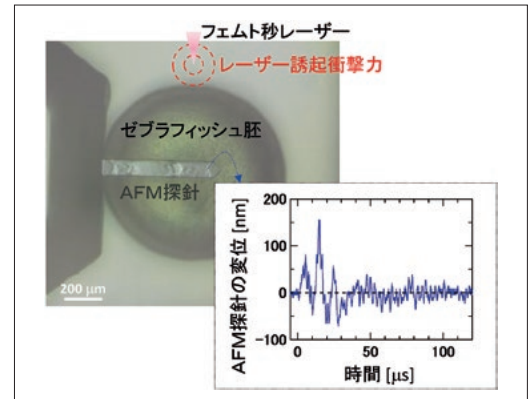


図1 レーザー誘起衝撃力によるゼブラフィッシュ胚の過渡振動の誘導と原子間力顕微鏡(AFM)による振動の検出。AFMにより検出されたナノレベルの振動を解析することにより、発生段階にある微小な生体試料の形態変化と力の変遷を明らかにしようとしています。

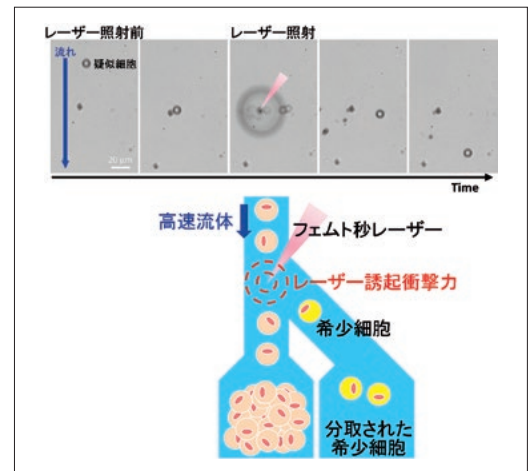


図2 レーザー誘起衝撃力を利用した高速細胞分取。マイクロチップ中を高速に流れる細胞を高速イメージングにより選別し、希少で付加価値の高い細胞を分取しようとしています。レーザー誘起衝撃力を用いた方法により、世界最速の分取装置の開発に挑んでいます。



(写真左から)
准教授: 細糸 信好 hosoito@ms.naist.jp
助教: 重城 貴信 jujo@ms.naist.jp

研究室概要

本研究室では磁気機能性を示すナノ構造磁性/非磁性金属多層膜を真空蒸着法、スパッタ法などで作製し、磁気機能性が発現する過程を多層膜の磁性層および非磁性層の磁気構造変化に焦点を当てて研究している。放射光X線を用いたナノ構造磁性の基礎的、実験的研究が本研究室の大きな特徴である。

主な研究分野

放射光を用いた共鳴X線磁気散乱法を主要な実験手法として以下のような研究を行っている。

1) 非磁性層伝導電子の誘起磁性

間接交換結合、垂直磁気異方性、間接交換バイアス効果などの発現に重要な役割を果たす非磁性層伝導電子の誘起磁性を明らかにする。

2) 元素選択的なベクトル磁化過程

磁気機能性ナノ構造膜は複数の磁性層、非磁性層から構成される。非磁性層を含む各構成層の元素ごとの磁化過程を磁場に平行な磁化成分だけでなく直交磁化成分も含めて明らかにする。

3) 交換バイアス膜の界面磁性

反強磁性層に接した強磁性層は磁化曲線が磁場方向にシフトすることがある。このような交換バイアス効果の発現の鍵を握る反強磁性層の界面数原子層の磁性を明らかにする。

4) 放射光を利用した磁性測定技術開発

放射光を用いてナノ構造磁性膜を研究するのに必要な測定技術、解析手法を開発する。

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、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: 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、奈良高専機械工学科など

所属学会: 日本物理学会、日本磁気学会



図1 共鳴X線磁気散乱測定装置

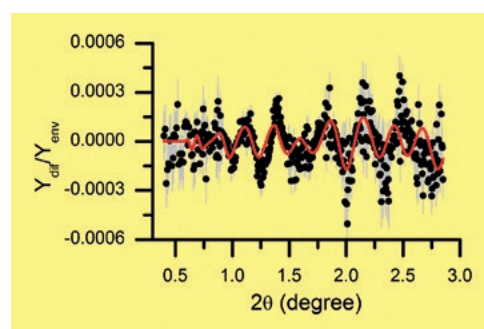


図2 交換バイアス膜の反強磁性MnIr層に誘起された非補償磁化による磁気散乱プロファイル (Ir L_3 吸収端)

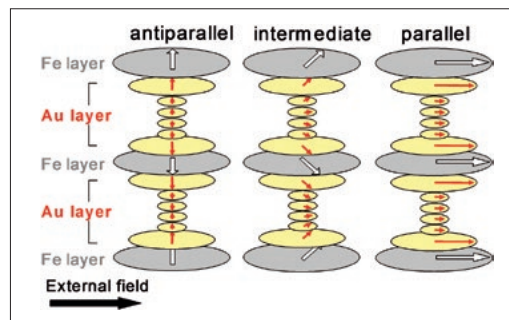


図3 間接交換結合Fe/Au多層膜のAu層誘起磁気構造の磁場変化

分子複合系科学研究室

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

(写真左から)
准教授: 上久保 裕生 kamikubo@ms.naist.jp
助教: 山崎 洋一 yamazaki@ms.naist.jp

研究室概要

様々な分子が協奏的に作用することによって、個々の分子では成し得ない高度な機能を発現することができます。生命システムではこの特性を巧みに利用しています。本研究室では、生命活動の中核を担う蛋白質分子集団が示す自律的集合離散現象に注目し、創薬のターゲットとなる蛋白質分子複合系の理解と新規蛋白質分子複合材料の開発を進めています。

主な研究分野

1) 蛋白質分子集団が示す動的秩序の解析

蛋白質集団は自律的な集合離散を繰り返すことによって高度な機能を実現しています。蛋白質が示す機能性を分子レベルで理解するためには、多種多様な蛋白質が共存する環境で、個々の蛋白質の状態変化や蛋白質間の相互作用の変調を解析する必要があります。本研究室では、従来法では困難だった、多成分平衡状態を解析する新規手法を開発することによって(図2)、情報伝達システム、蛋白質輸送システム、神経軸索伸張システム等の創薬のターゲットとなり得る分子集団(図1)が示す分子機構の理解を進めています。

2) 新規分子複合系材料の開発

シルク等の天然由来の機能性材料も、その構成要素は蛋白質です。天然のシルクでさえ、未だ人工合成材料では越えられない特性を兼ね備えています。さらに、蛋白質はアミノ酸配列を改変することで機能改良が可能であるため、人工的に改変したシルク蛋白質は次世代材料として期待されています。本研究室では、蛋白質分子複合系が示す自己組織化能に着目し、素過程を理解し応用することで、天然を超える新規蛋白質分子複合系材料の開発を実現します(図1・3)。

3) 蛋白質の動作機構の解明と人工蛋白質の創成

蛋白質集団が示す動的秩序や自己組織的な分子会合は、構成要素である個々の蛋白質の動作によって制御されています。特に、蛋白質分子内で生じるプロトン移動は蛋白質の構造転移を引き起こす主要な因子と考えられており、その意味で蛋白質は一種のプロトニクスデバイス(図4)と言えます。本研究室では、蛋白質の動作機構を明らかにすると同時に、動作する人工蛋白質の創成法の実現を目指しています。

研究設備

X線溶液散乱測定装置、X線結晶構造解析装置、顕微/赤外吸収分光装置、円二色性分散計、蛍光光度計、紫外可視分光光度計、低温分光測定システム、動的散乱測定装置、燐光寿命計測システム、ナノ秒蛍光寿命計測システム、共焦点レーザー顕微鏡、全反射蛍光顕微鏡、DNAシーケンサー、PCR、プラスミド調製ロボット、μ流路型自動サンプリングシステム

共同研究・外部資金

国内外での共同研究多数(USA、Denmark等)・民間共同研究(Spiber Inc.)、新学術領域「動的秩序と機能」・ImPACT「超高機能構造タンパク質による素材産業革命」他

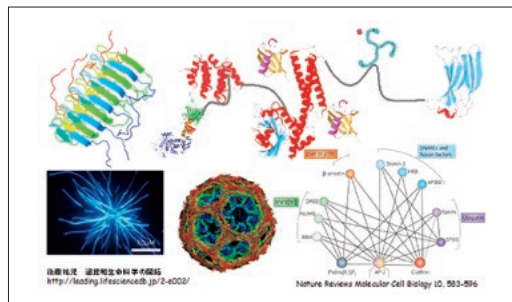


図1 様々な分子複合系

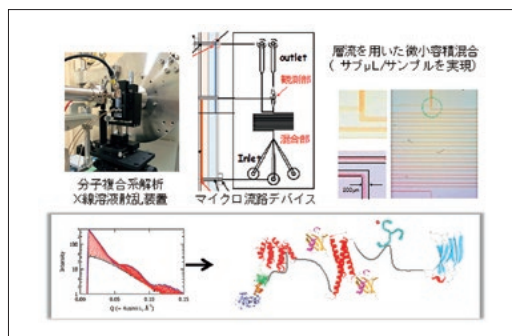


図2 μ流路を活用した相互作用/構造解析法の開発

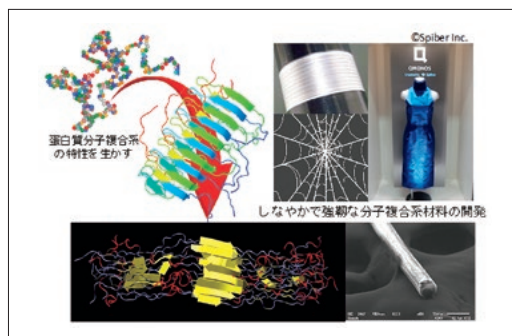


図3 新規蛋白質分子複合系材料の開発

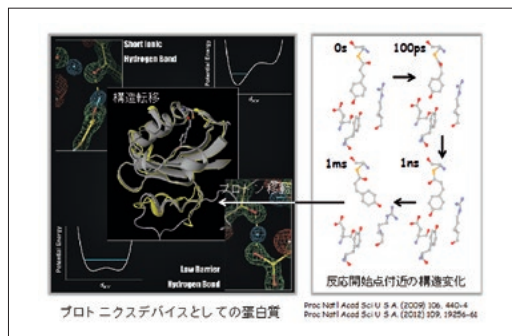


図4 蛋白質の動作を可能にするプロトニクスの解析



准教授: 松井 文彦 matui@ms.naist.jp

研究室概要

Innovations in Green Nanosystem Science by Local Atomic Property Characterization

異種の固相が相接する界面領域では、異方的な構造歪みや特殊な組成分布により、光熱起電力や磁性など新奇機能・物性が現れます。当研究室では、**原子レベルからのなぞとに挑戦!**をキーワードとして、非破壊・原子サイト選択的な光電子回折分光法を始めとする諸分析法や分析器を開発し、局所物性の発現機構解明に取り組み、界面現象を応用した機能性物質・デバイス開発で鍵となる知見の発掘を目指します。

主な研究分野: 光・界面局所物性サイエンス

1) 光電子回折に関わる諸現象の解明と分析手法開発

局所電子物性を原子レベルで解析する独自の手法: 光電子回折法に関わる様々な現象発現機構を解明し、手法の信頼性確立に力を入れています。最近ではエネルギー損失電子角度分布に現れる「ネガコントラスト模様」や共鳴Auger電子回折模様の円二色性発現を発見しました。これらは、新たな分析法開発のヒントになります。化合物の価電子帯の元素別状態密度解析法や原子軌道解析法はその一例です。

2) 新分析器の開発

光電子回折・ホログラフィーや光電子分光測定のための新たな小型・高エネルギー分解能の表示型分析器を開発中(特許申請中)。原子構造解析にとどまらず、表面組成深さ分析や他の測定装置・測定手法との組み合わせによる複合解析が可能になります。

3) 光で解明: 機能性材料界面の原子構造と局所電子物性の発現機構

上記の手法・分析器による物性評価を軸に、機能性材料・実デバイス界面: グリーンナノシステムの局所電子物性の発現機構の解明に取り組みます。学内外のグループとの共同研究を通じ、新奇材料開発サイドに有用な知見をフィードバックし、グリーンサイエンスを推進します。

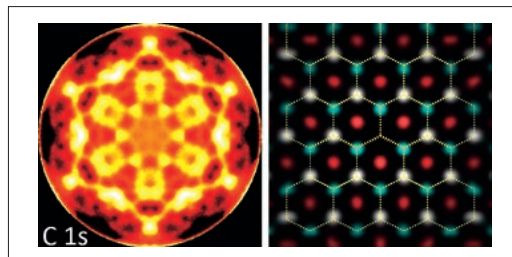
最近の研究例

- *鉄系超伝導体層状物質の原子構造決定
- *TiO₂光触媒機能発現の鍵となる酸素欠損サイト由来の電子状態の検出
- *SiCパワーデバイス界面の原子構造とパッシベーション機構の解明
- *Ni薄膜の垂直磁化起因の原子軌道特定
- *黒鉛層間化合物超伝導体の劈開表面の挿入原子局所構造の可視化

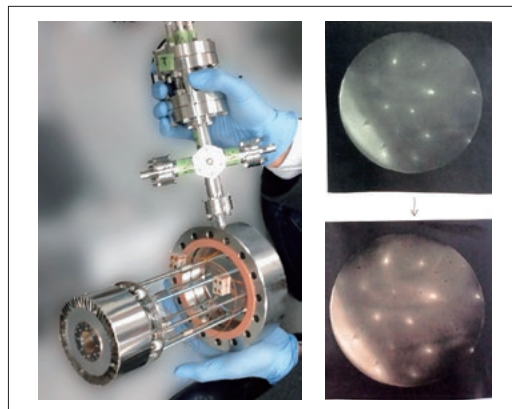
共同研究・社会活動など

- ・学内外(JASRI/SPRING-8、静岡大学、岡山大学、Zürich大学など)の共同研究をベースにした新機能性材料の開発を推進していきます。
- ・物理学会、表面科学会、放射光学会に所属

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
1	H																	He
2	Li	Be											B	C	N	O	F	Ne
3	Na	Mg											Al	Si	P	S	Cl	Ar
4	K	Ca	Sc	Ti	V	Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Cu	Zn	Ga	Ge	As	Se	Br	Kr
5	Rb	Sr		Zr	Nb	Mo	Tc	Ru	Rh	Pd	Ag	Cd	In	Sn	Sb	Te	I	Xe
6	Cs	Ba	La	Hf	Ta	W	Re	Os	Ir	Pt	Au	Hg	Tl	Pb	Bi	Po	At	Rn



左: Ca_xK_{1-x}C_yの光電子角度分布。
右: ホログラフィー法による実空間原子配列の再生



左: 掌サイズ電子回折分析器。
右: 回折模様



ナノ高分子材料研究室

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



特任准教授：網代 広治 ajiro@ms.naist.jp

研究室概要

高分子材料では、構造を制御すると、高分子間相互作用が効果的に発現して高い性能や機能が発揮されます。そのため高分子材料では、「分子設計」「高分子構造制御」「高分子間相互作用」「高性能化・機能化」という4つのステージが重要です。本研究室では、分子レベルでモノマーを設計し、高分子合成およびナノ構造制御を通じて、機能性高分子材料の創出を行います。

主な研究分野

1) 生体適合性高分子・生分解性高分子

分子設計を通じて、例えばN-ビニルアミド誘導体やトリメチレンカーボネート誘導体等を骨格とした化合物を合成し(図1)、機能性を付与した生体適合性高分子および生分解性高分子を創製しています。

2) 刺激応答性高分子

温度にตอบสนองして水溶性が変化する材料(図2a)、光にตอบสนองしてゲル化する材料、pH変化に応じて徐放を制御する材料、さらに水との接触で表面構造が変化する偏析材料(図2b)など、外部環境の変化にตอบสนองする様々な刺激応答材料を構築し、薬物徐放制御や複機能性高分子による医用材料への利用を検討しています。

3) ナノ構造制御

高分子間相互作用を上手く使って、ナノ薄膜やナノ粒子など、ナノレベルの構造体を調製しています(図3)。例えばポリメタクリル酸メチルのステレオコンプレックスの薄膜は、抗血栓性を示すため有用です。ポリ乳酸もステレオコンプレックスを形成し、これを界面に用いることで選択的接着材を検討しています。また、難水溶性薬剤を担持した材料や、動的に構造変化するナノ構造体の調製に取り組んでいます。

研究設備

有機合成施設、グローブボックス、紫外可視分光光度計、レオメータ、分子量分析装置、水晶発振器、破断試験機、接触角計など

共同研究・社会活動・所属学会など

研究費：科学研究費補助金、JSTさきがけ 等

共同研究：(国内) 大阪大学、東北大学、

(国外) タイ国・チュラロンコン大学、ノルウェー国・シュタヴァンガー大学、英国・リーズ大学、中国・江南大学、独国・アーヘン工科大学 等

所属学会：高分子学会、日本化学会、日本バイオマテリアル学会 等

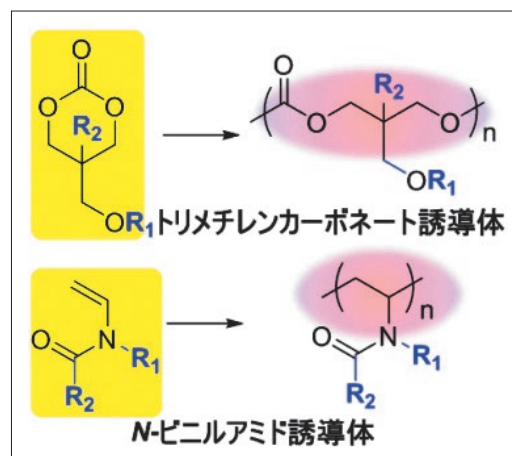


図1 モノマー分子設計と高分子合成

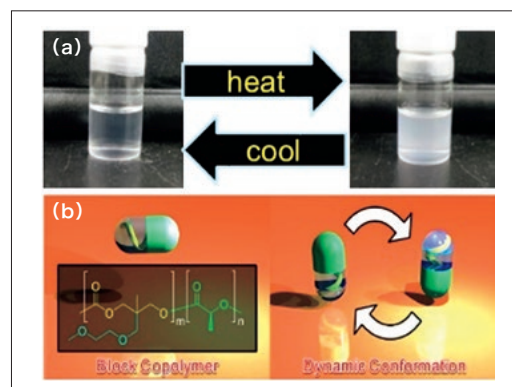


図2 (a) 感熱応答性ポリマーによる濁度変化。(b) 偏析特性を示す高分子と動的変化

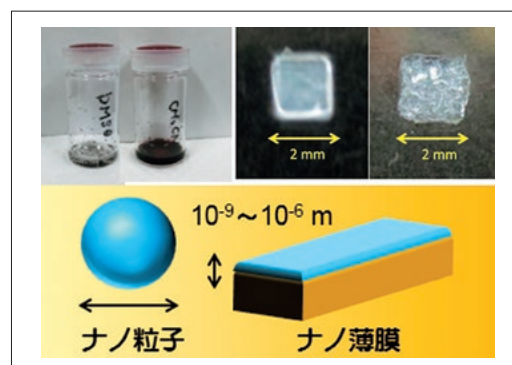


図3 ナノサイズの粒子やナノ薄膜

メゾスコピック物質科学研究室 (パナソニック(株)先端研究本部)

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



(写真左から)

教授: 藤井 映志 fujii.e710@jp.panasonic.com

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

准教授: 松川 望 matsukawa.nozomu@jp.panasonic.com

研究室概要

当研究室では、メゾスコピック領域における新しい物理現象、特に薄膜の形態にすることで発現する新奇物性の開拓とそのデバイス化に関する研究を行っています。具体的には、バイオ技術と半導体技術を融合したバイオ分子デバイスや、薄膜の特徴を活かした強相関電子系新奇デバイスの研究を行っています。バイオ分子研究分野では、バイオ分子による水溶液中ナノデバイスコンポーネント作製技術を世界に先駆けて切り拓いています。また強相関電子系研究分野では、スピンエレクトロニクス材料・デバイス、熱電変換材料・デバイス等のメゾスコピックな物質の合成と新奇機能創出の研究を行っています。

主な研究分野

1) ウエットナノテク・バイオナノプロセス研究

人工改変タンパク質を利用して水溶液中でナノ機能構造を作製する技術进行研究しています。特にタンパク質の特性を利用して図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行っています。具体的には、各種タンパク質の配置/配向制御技術と遺伝子改変技術により、Siナノワイヤ応用バイオセンサー、エネルギー変換デバイス(色素増感太陽電池や量子太陽電池)を目指した研究を行っています。

2) 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い電子とスピンの相互作用に着目した新デバイスの創出を目指しています。この種の材料は図2のように自己組織的に層状構造が成長しやすいため、薄膜技術の特徴を活用することで図3に示した傾斜積層等の特異な構造構築が可能となり、非対角熱電効果のような新現象に基づく新しいデバイス実現の研究を行っています。

研究設備

タンパク質発現精製設備、電界放射型走査電子顕微鏡、原子間力顕微鏡、熱処理炉、エッチング装置、真空蒸着機、スパッタ成膜装置、レーザーアブレーション成膜装置、物理特性測定装置、デバイス電気特性測定装置など

共同研究・社会活動など

当研究室では、先端研究を強力に推し進めるため国内外で共同研究を行っています。特に情報機能素子科学研究室とは強力な連携研究を行っています。また東北大学、九州大学、物質・材料研究機構とも研究協力しています。

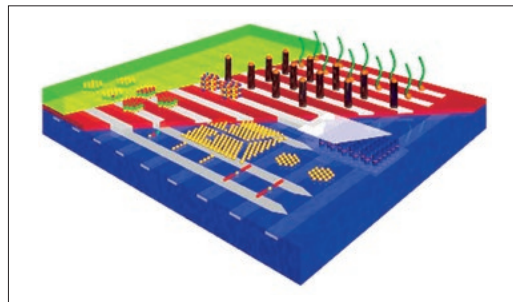


図1 バイオナノプロセスによるナノエレクトロニクスデバイス作製

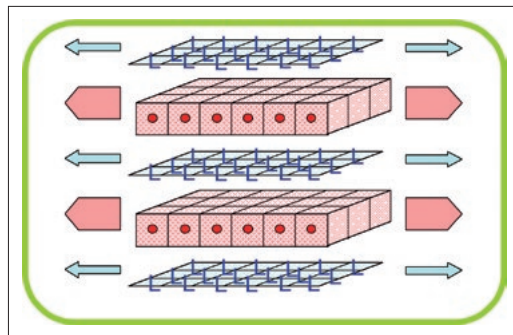


図2 自己組織化層状物質合成プロセス

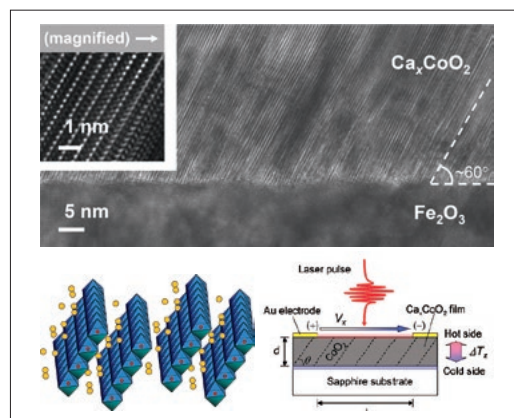


図3 薄膜化技術により傾斜積層構造を実現した強相関電子系熱電デバイス

知能物質科学研究室 (シャープ(株)研究開発本部)

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



(写真左から)

教授:小瀧 浩 kotaki.hiroshi@sharp.co.jp

教授:和泉 真 makoto.izumi@sharp.co.jp

准教授:岩田 昇 iwata.noboru@sharp.co.jp

研究室概要

本研究室では、3人の教員がそれぞれの専門分野で新しいデバイス/回路/システムと材料研究を行っています。

パワーデバイスを核としたパワーマネジメントシステムの研究、ナノサイズ化した半導体、および、酸化物薄膜を用いたディスプレイ向けの応用技術研究です。

主な研究分野

1) パワーマネジメント技術

持続可能な社会の実現と地球温暖化を防止するため、エネルギーの創出とエネルギーの有効利用は、非常に重要な技術分野です。本研究室では、能動素子(新規パワーデバイス)と受動素子(磁性体コイル、トランス)の基礎研究から、それらを応用した回路、システムの研究を行っています。

2) 光電気変換材料

発光素子、太陽電池等のエネルギー分野では、光-電気の相互変換が重要な役割を果たします。量子ドット半導体など、ナノメートル程度の微小領域で結晶の構造制御により、電子準位の制御を行い、光、電場等の外場に対して敏感に応答する半導体材料を研究しています。

3) 導電性酸化物材料

薄型テレビや携帯電話のディスプレイなど、薄型表示装置は幅広く用いられており、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。本研究室では、薄膜プロセスを利用した導電性酸化物材料の作製を行い、薄型表示装置に向けた新規発光デバイスの研究を行っています。

研究設備

1. 製膜装置 ・スパッタ装置 (3元、5元マグネトロン)
 - ・有機膜製膜装置
2. 測定装置 ・分光器、カー効果、エリプソメータ
 - ・光吸収、PL測定装置
 - ・オシロスコープ、パワーアナライザ、電子負荷
3. 解析装置 ・蛍光X線、X線回折



シャープ(株)研究開発本部



有機膜製膜装置



パワーマネジメント評価装置



蛍光X線

機能高分子科学研究室 (参天製薬株)

URL: <http://mswebs.naist.jp/LABs/santen/kinohome/framepage1.html>

(写真左から)

教授: 本田 崇宏 hondat@ms.naist.jp教授: 榎本 裕志 hiroshi.enomoto@santen.co.jp准教授: 岡部 高明 komei.okabe@santen.co.jp

研究室概要

本研究室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、新規な低分子化合物を合成して、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。またこれらの有効成分の効果を最大限に発揮させる製剤 (薬物送達システム) の開発も行っています。

主な研究分野

リード化合物の探索および最適化ではコンビナトリアルケミストリーが有用です。我々は樹脂 (TFPレジン) を用いた方法により1,4-ベンゾオキサジン-3-オン誘導体のライブラリー合成を効率的に行い、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を見出しました (図1、化合物1)。一方、分子内非結合性 (S-O、S-N、O-N) 相互作用を有する誘導体 (図1、化合物2、3) のデザインと合成を行い、それらのキナーゼ阻害活性評価を行って、その安定なコンフォメーションと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。また新しい試みとして、これら低分子医薬品などが体内 (疾患部位) で最大限に効果を発揮できるように薬物送達システム (DDS) を考案し、その実用化の検討にも取り組んでいます。その一例として関節や眼内に投与することにより長期間薬物を徐放する製剤の開発を検討しています (図2)。例えば、アスコルビン酸誘導体を用い、体内でゲルを形成させることにより、薬物を徐放させることができる *in situ* 型デポシステムの開発を行い、効能評価を実施することにより医薬品の製剤としての可能性を検討しています (図3)。

研究設備

液相・固相対応バラレル合成装置、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連バラレル合成装置、FT-NMR (400MHz)、LC-MS、液相・固相対応バラレル合成装置 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

共同研究・社会活動など

他企業等

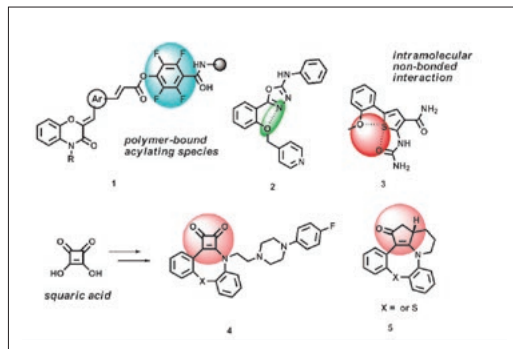


図1 Compounds synthesized in our laboratory

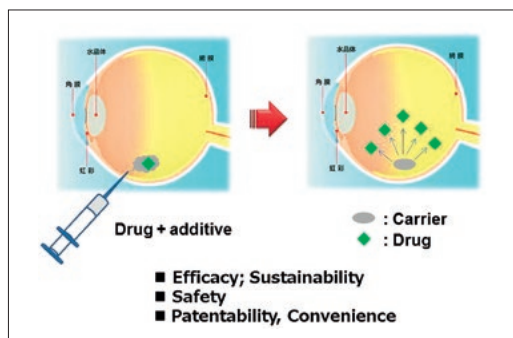


図2 New DDS for the eye disease

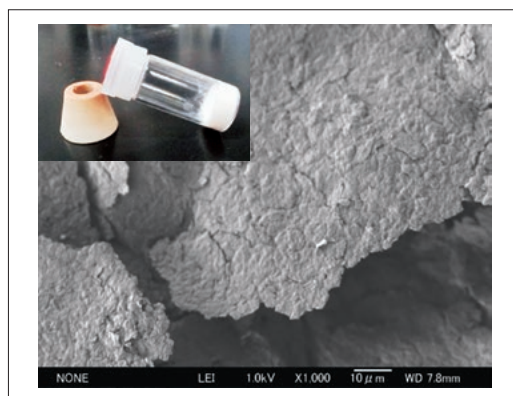


図3 Injectable gel for DDS using ascorbic acid ester derivative and its SEM image.

環境適応物質学研究室 ((公財) 地球環境産業技術研究機構)

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



(写真左から)

教授: 余語 克則 yogo@rite.or.jp

教授: 後藤 和也 goto.ka@rite.or.jp

准教授: 山田 秀尚 hyamada@rite.or.jp

研究室概要

当研究室は、(公財) 地球環境産業技術研究機構RITEのスタッフが担当し、地球温暖化および水素エネルギー社会構築に係わる基礎・応用研究に取り組んでいます。特に、無機材料を主たる研究対象とし、温暖化対策技術の一つであるCCS (二酸化炭素回収貯留) での実用化を目標に、CO₂分離回収性能に優れた新規材料 (ゼオライト、メソ多孔体、MOF等) の研究開発を進めています。また、近年は燃料電池や水素発電等への期待が高まっており、水素製造や分離精製に適用する高性能水素分離膜材料 (パラジウム膜、シリカ膜、ゼオライト膜等) の研究にも注力しています。

主な研究分野

1) 地球温暖化対策のためのCO₂分離回収技術開発

- ・ゼオライト ・メソ多孔体 ・高分子材料
- ・MOF (Metal organic Framework)、など

2) 水素エネルギー社会構築に向けた新規材料開発

- ・パラジウム (Pd) 薄膜型水素分離膜
- ・シリカ膜 ゼオライト膜、など

3) 計算化学、シミュレーションによる研究開発

- ・分子シミュレーション ・量子化学計算
- ・プロセスシミュレーション、など

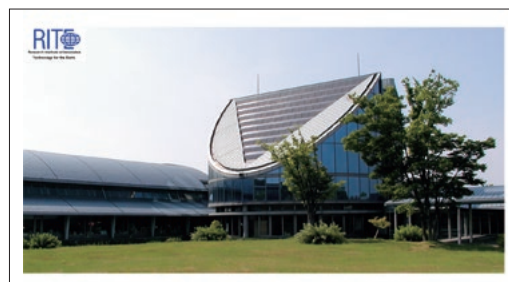
研究設備

RITE (京都府木津川市木津川台9-2) 内の各分析機器および本学の共通設備を活用

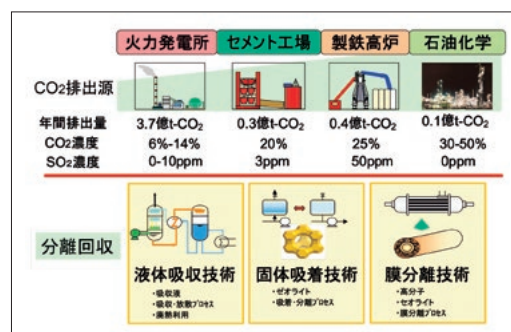
X線光電子分光装置 (XPS)、走査型トンネル顕微鏡 (STM)、走査型電子顕微鏡 (FE-SEM)、透過型電子顕微鏡 (TEM)、FT-IR、UV-VIS、HPLC、TG-DTA、XRD、共焦点レーザー顕微鏡、2成分ガス吸着測定装置等

共同研究・社会活動など

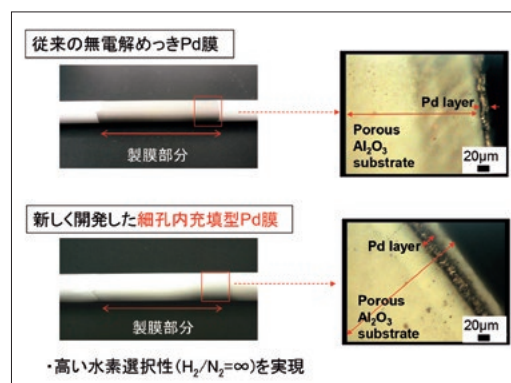
日本化学会、化学工学会、触媒学会、ゼオライト学会、資源エネルギー学会、膜学会、高分子学会などで活動。また、国内外の研究機関と共同研究を実施 (AIST、JAXA、東北大学、宇都宮大学、広島大学、ノルウェー NTNU、米 NETL、米スタンフォード大など)。



RITE本部 (<http://www.rite.or.jp/>)



CO₂発生源とCO₂分離回収技術



高性能水素分離膜の開発

感覚機能素子科学研究所 (株)島津製作所 基盤技術研究所

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



(写真左から)

教授: 佐藤 敏幸 tsato@shimadzu.co.jp

教授: 北村 圭司 kitam@shimadzu.co.jp

准教授: 叶井 正樹 masakik@shimadzu.co.jp

研究室概要

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(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オーダーの微細加工(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

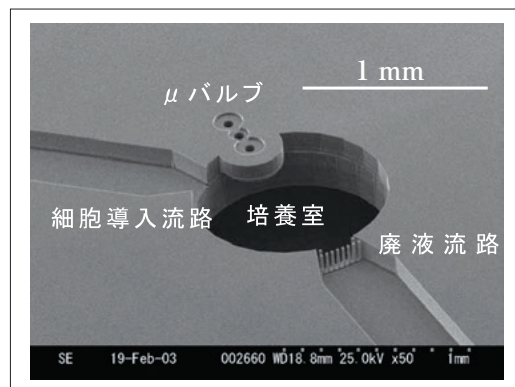


図1 細胞機能解析システム用細胞培養チップ

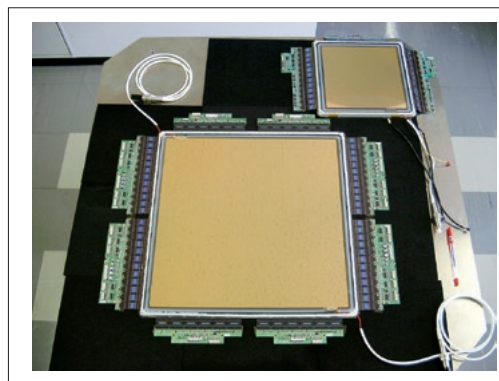


図2 医療用2次元X線検出器

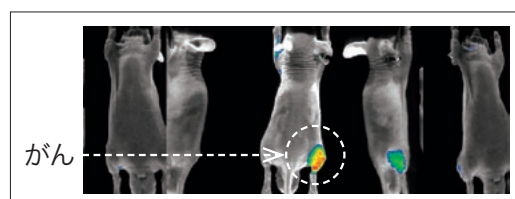


図3 蛍光標識した高分子ミセル(ϕ 30nm)によるがんイメージング

先進機能材料研究室 ((地独) 大阪市立工業研究所)

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



(写真左から)
教授: 上利 泰幸 agari@omtri.or.jp
教授: 藤原 裕 fujiwara@omtri.or.jp
准教授: 高橋 雅也 masataka@omtri.or.jp

研究室概要

本研究室では、大阪市立工業研究所が長年培ってきた材料創製及び改質の科学的知見と技術を基盤として、次世代の電子・光・エネルギーデバイス実現の鍵となる材料や地球環境に配慮した材料・技術の開発を行います。

技術基盤としてボトムアップ型のナノテクノロジーはもとより、有機合成技術・高分子合成技術、セラミックス合成技術、超ハイブリッド材料 (ナノコンポジット材料) 創製技術、さらに表面処理技術を駆使し、環境負荷の低減及びエネルギー転換をも視野に入れた材料開発を行います。

主な研究分野

次世代デバイスへの実用化や技術イノベーションの創出をめざして、**産業界の抱える課題に向き合った研究開発**を行います。注力する課題の一例は以下のとおりです。

電子デバイスの微細化により増大する発熱と電子機器の小型化 (LED照明や携帯電話等) による熱のこもりのために、より優れた放熱制御技術が強く求められています。

電子デバイスの微細化およびフレキシブルデバイスの実現により、それを搭載する回路基板に用いる材料の革新が求められています。

ユビキタスな (どこでも使える) デバイスへの要望が高まり、超小型電子機器に内蔵できる固体二次電池の開発が求められています。

研究項目の具体例

- ・超ハイブリッド材料 (機能相反解消高放熱性材料) の創製と応用展開
- ・地球環境に配慮したバイオマスプラスチックの創製と実用化
- ・高分子/金属界面の高度制御技術の開発と超微細フレキシブル回路基板への展開
- ・表面処理技術を利用したリチウムイオン電池用ナノ構造電極の開発
- ・各種デポジション技術を駆使した次世代全固体薄膜リチウムイオン二次電池の開発

研究設備

大阪市内 森之宮の大阪市立工業研究所を研究拠点として、大阪市立工業研究所が所有する研究設備を活用します。

共同研究・社会活動など

多数の企業との共同研究を行っており、日常的に多分野の企業技術者と連携しながら研究開発を進めています。

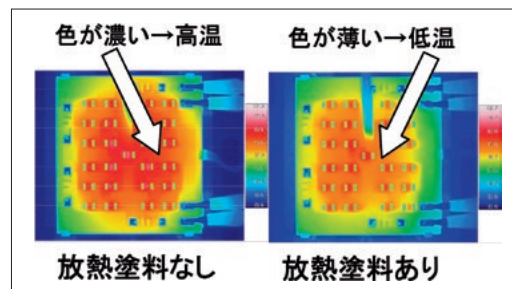


図1 LED照明 (電球25個) 機器への放熱塗料の表面塗布効果測定 (熱画像)

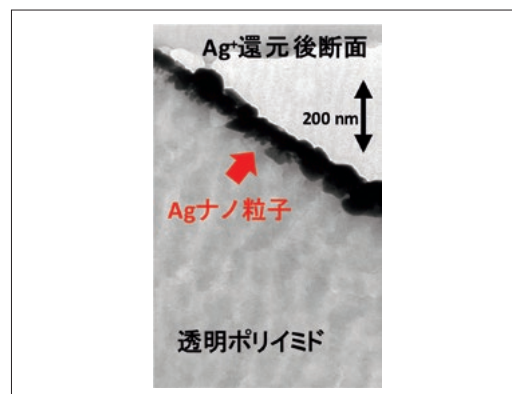


図2 透明ポリイミド基板への高信頼性配線形成のための銀ナノ粒子シード層

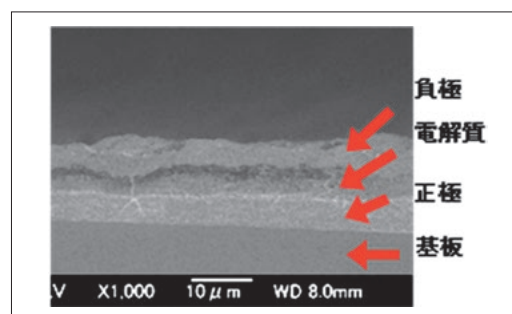


図3 ナノ粒子三層積層による全固体薄膜リチウムイオン電池積層構造

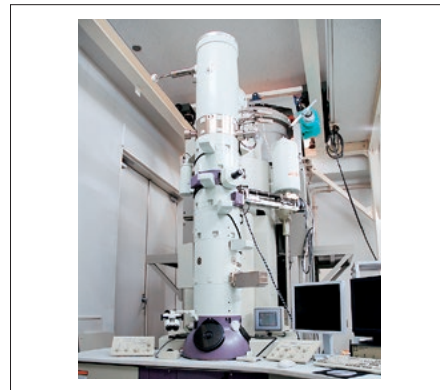
物質創成科学研究科・物質科学教育研究センター 共通設備機器

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 (TEM) 装置群

最高300kVの高電圧によって加速された電子線を試料に照射し、透過する電子線を結像させて、試料の拡大像や結晶性に関する情報を取得する装置です。集束した電子ビームを走査しながら試料に照射して拡大像を得るSTEM観察や電子線トモグラフィー、クライオ観察、試料から放出されたX線や非弾性透過電子を用いたサブナノメートルスケールの元素分析などに対応可能な3装置から構成されています。



透過型電子顕微鏡

二次イオン質量分析装置 (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。



二次イオン質量分析装置

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。反射率測定も可能な高出力の粉末・薄膜用X線構造解析装置、錯体・有機低分子などの数十ミクロン程の微小結晶を測定できる微小結晶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。



微小結晶X線構造解析装置

超伝導NMR測定装置群

核磁気共鳴現象を利用して分子の構造を解析する装置です。高分解能測定に特化した600MHz超伝導NMR測定装置をはじめ、温度可変測定、多核測定、磁場勾配パルスを用いた二次元測定に対応した500MHz、400MHzおよび300MHzの各超伝導NMR測定装置が設置されています。また、CPMAS法を用いて固体サンプルの測定ができる固体400MHz超伝導NMR測定装置も設置されています。



固体400MHz超伝導NMR装置

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)、高精度なスパイラル型TOF-MS、不安定な化学種も高感度で計測できる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。さらに溶液中の微量元素の多元素同時定量に威力を発揮する誘導結合プラズマ質量分析装置 (ICP-MS) が設置されています。

全自動元素分析装置

有機分子材料などに含まれる炭素・水素・窒素の含有率測定を行う装置です。技術職員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。



MALDI-SpiralTOFMS

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群 (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なほか、高分解能のXPS専用機も運用されています。



複合型表面組成分析装置 (XPS/AES)

走査電子顕微鏡群

数nmに集束した電子線で試料表面を走査し、発生した二次電子を検出して拡大像を得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、高解像度走査透過電子顕微鏡像の同時観察、結晶方位観察などに対応する2台の電子顕微鏡設備に加えて、二次電子像機能に加えて高分解能元素マッピングを行うEPMA専用機および微小電気計測機能を有するナノプローパーが運用されています。



電界放射型走査電子顕微鏡

走査プローブ顕微鏡群 (SPM)

原子間力 (AFM) やトンネル電流 (STM) を利用して、試料の表面形状をナノレベルの分解能でイメージングする装置です。液中での測定や、試料表面の磁化や電位の分布といった物性測定にも対応しています。



走査プローブ顕微鏡 (SPM)

分光分析装置群

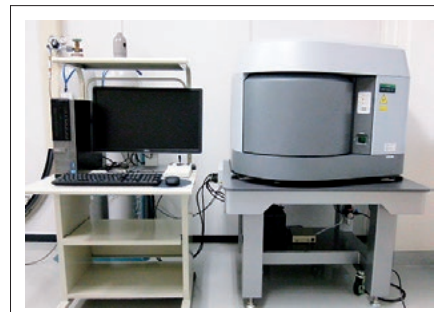
物質の組成や構造の解析に加えて、光と物質の相互作用を解明する目的で多様な分光分析機器が設置されています。

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。

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。



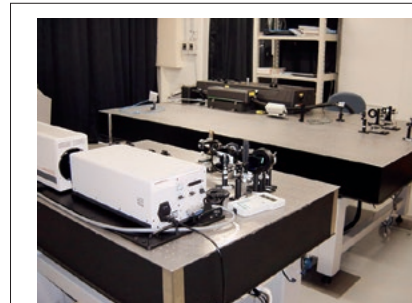
顕微レーザーラマン分光光度計

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。室温から10Kまでの低温測定用にクライオスタットも備えています。

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、消衰係数などを高精度で評価する装置です。



フェムト秒Ti-S&蛍光寿命測定装置

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高電圧をかけてイオン化させたアルゴンガス等を衝突させ、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 (FIB)

集束したガリウムイオンを照射することにより、試料の微細加工ができる装置です。イオン照射時に生じる二次電子を検出して試料表面の像を得ることもできます。試料からTEMで観察する部分をピックアップするためのマイクロサンプリングシステムを装備しています。



複合酸化物薄膜形成装置

高純度金属スパッタ装置

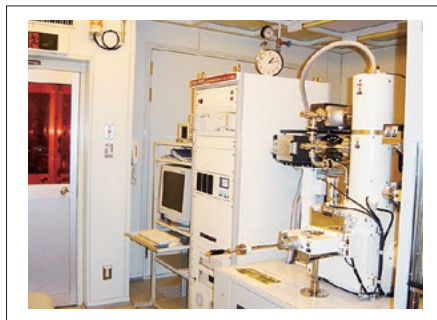
白金、銅、金およびチタンなどの多様な金属薄膜をスパッタ法により成膜することが出来ます。



集束イオンビーム加工装置

TFE電子ビーム描画装置

極細電子ビームにより、10nm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。



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、段差があるものや割れやすい半導体素子、光素子等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。特定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。

マテリアル・シミュレーション・アナリシスシステム

“Gaussian”や“MaterialsStudio”といったシミュレーションソフトを使用して分子設計や分子の性質を予測したり、物質を構成する原子や分子構造が物質の特性や挙動にどのように関係しているのかを予測するための高性能なコンピュータシステムです。

教員索引

教 員 名	ページ番号
上利 泰幸	36
網代 広治	30
足立 秀明	31
荒谷 直樹	23
安藤 剛	21
飯野 敬矩	26
石河 泰明	17
石墨 淳	13
和泉 真	32
岩田 昇	32
上沼 睦典	17
浦岡 行治	17
榎本 裕志	33
太田 淳	16
岡田 豪	24
岡部 高明	33
垣内 喜代三	18
片山 健夫	26
香月 浩之	13
叶井 正樹	35
上久保 裕生	28
河合 壯	22
河口 範明	24
菊池 純一	19
北村 圭司	35
小島 広孝	25
小瀧 浩	32
後藤 和也	34
小林 未明	21
笹川 清隆	16
佐藤 敏幸	35
重城 貴信	27
鈴木 充朗	23
太 虎林	20
大門 寛	14
高橋 雅也	36
田口 宗孝	14
武田 さくら	14
竹原 宏明	16
谷原 正夫	21
谷本 裕樹	18
田原 圭志朗	19
寺田 佳世	21
徳田 崇	16
富田 知志	13
長尾 聡	20
中嶋 琢也	22

教 員 名	ページ番号
中村 雅一	25
西山 靖浩	18
野田 俊彦	16
野々口 斐之	22
服部 賢	14
林 宏暢	23
廣田 俊	20
藤井 映志	31
藤井 茉美	17
藤木 道也	15
藤原 裕	36
細糸 信好	27
細川 陽一郎	26
本田 崇宏	33
松井 文彦	29
松尾 貴史	20
松川 望	31
松田 博之	14
森本 積	18
安原 主馬	19
柳 久雄	13
柳田 健之	24
山崎 洋一	28
山田 秀尚	34
山田 容子	23
山中 優	20
余語 克則	34
Bermundo Juan Paolo Soria	17
Jatishkumar	22



奈良先端科学技術大学院大学
Nara Institute of Science and Technology
無限の可能性、ここが最先端 — Outgrow your limits —

