

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

無限の可能性、ここが最先端 -Outgrow your limits-

MATERIALS SCIENCE GUIDE 2014

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
量子物性科学			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。 量子効果、分子性結晶、ナノ粒子、超薄膜、有機エレクトロニクス、フォトニクス、有機レーザー、有機太陽電池、発光トランジスタ、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.15
教授	柳久雄	准教授		
助教	石墨淳	助教	富田知志	
凝縮系物性学			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。また目的に応じ新しい表面解析手法・装置の開発も行う。 固体表面、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、RHEED、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.16
教授	大門寛	准教授		
助教	武田さくら	特任助教	田口宗孝	
高分子創成科学			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	P.17
教授	藤木道也			
光機能素子科学			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。 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.18
教授	太田淳	准教授		
助教	笹川清隆	助教	野田俊彦	
特任助教	竹原宏明			
情報機能素子科学			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、酸化物材料、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、電子ビーム描画、フォトリソグラフィ	P.19
教授	浦岡行治	准教授		
助教	堀田昌宏	助教	上沼睦典	
特任助教	藤井菜美			
微細素子科学			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	P.20
教授	冬木隆			
反応制御科学			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。 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、強相関電子系、非線形応答理論、複雑系解析	P.21
教授	垣内喜代三	准教授		
助教	谷本裕樹	助教	西山靖浩	
助教	重城貴信			
バイオミメティック科学			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、ナノバイオリアクター、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.22
教授	菊池純一	助教		
助教	田原圭志朗			
エネルギー変換科学			生体における光エネルギー・光情報変換機構の解明、蛋白質構造形成及び機能発現の分子機構の解明など、生物物理学及び蛋白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、機能性蛋白質、蛋白質構造形成、蛋白質動力学、人工蛋白質、FRET、蛍光性非天然アミノ酸導入	P.23
教授	片岡幹雄	准教授		
助教	山崎洋一			

基 幹 研 究 室	超分子集合体科学			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、メディスナルケミストリー、タンパク質構造異常病、薬学	P.24
	教授	廣田俊	准教授		
	助教	長尾聡	助教	山中優	
	特任助教	太虎林			
	生体適合性物質科学			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.25
	教授	谷原正夫	准教授		
	助教	寺田佳世	助教	小林未明	
	光情報分子科学			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。 光化学、機能分子材料合成、フォトリソミズム、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.26
	教授	河合壯也	准教授		
	助教	湯浅順平	助教	野々口斐之	
超高速フォトニクス			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(VCSEL)、光デバイス作製技術	P.27	
教授	河川仁司	助教			片山健夫
有機光分子科学			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。 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	P.28	
教授	山田容子	准教授			荒谷直樹
助教	葛原大軌	特任助教	鈴木充朗		
特任助教	林宏暢				
ナノ構造磁気科学			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、スピントニクス、磁気構造解析、共鳴X線磁気分光・散乱、放射光	P.29	
准教授	細糸信好				
光物性理論			物質の励起状態において生じる多体電子相関を明らかにすることを目指して、光と相互作用する物質の性質に関して理論的な立場から教育・研究をおこなう。 高密度励起子系、キャリアマルチプリケーション、励起子ライマン分光法、励起子ポーズ凝縮、テラヘルツ分光	P.30	
准教授	稲垣剛				
有機固体素子科学			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。 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、電氣的分光法、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.31	
特任教授	中村雅一	特任助教			松原亮介
特任助教	小島広孝				
グリーンバイオナノ			レーザーにより細胞、蛋白質、水分子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、蛋白質、水分子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	P.32	
特任准教授	細川陽一郎				
グリーンナノシステム			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がるための研究・教育を行う。 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	P.33	
准教授	松井文彦				

連携研究室

研究室及び教員	教育研究分野	頁
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、生体超分子が固体基板近傍でナノ機能構造作製する「ActiveBio場」の研究を行っています。その手法を「バイオナノプロセス」と呼び、ナノエレクトロニクスデバイス、 μ 流路デバイスへの応用展開研究を行っています。 ActiveBio場、ウエットナノテクノロジー、バイオナノプロセス、ナノエレクトロニクス、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、マイクロ流路、遺伝子センサ、色素増感太陽電池、薄膜電子材料 (連携機関名: パナソニック(株)先端技術研究所)	P.34
知能物質科学 ☆教授 高橋 明 ☆教授 和泉 真 ☆准教授 岩田 昇	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。 酸化物薄膜、ナノ粒子、磁性体薄膜 (連携機関名: シャープ(株)研究開発本部)	P.35
機能高分子科学 ☆教授 青野 浩之 ☆教授 本田 崇宏 ☆准教授 榎本 裕志	創薬ターゲットとして主にキナーゼに着目し、コンピュータによるドラッグデザインやコンピュータ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、コンビナー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))	P.36
環境適応物質学 ☆教授 余語 克則 ☆准教授 甲斐 照彦 ☆准教授 後藤 和也	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: (公財)地球環境産業技術研究機構)	P.37
感覚機能素子科学 ☆教授 小関 英一 ☆教授 佐藤 敏幸 ☆准教授 叶井 正樹	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。 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、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.38
先進機能材料 ☆教授 上利 泰幸 ☆教授 藤原 裕 ☆准教授 高橋 雅也	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。 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.39

注) ☆印:客員

物質創成科学研究科カリキュラムの特徴

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。

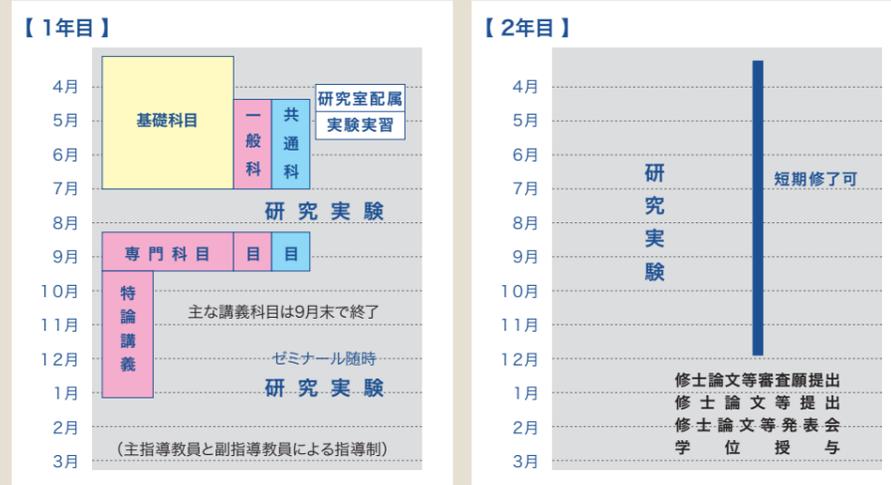
(3) σ コース

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 A、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



別表:平成26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Ⅰ	井上		
	アルゴリズムⅡ	松本(裕)		
	計算機システムⅠ	中島		
	計算機システムⅡ	安本、他		
	バイオサイエンス概論	真木、他		
	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	太田	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。	
	科学哲学	(中尾)		
技術と倫理	別所			
科学コミュニケーション	(上田)			
一般科目	物質科学解析	石墨・富田・武田・笹川・堀田・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	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.	
	物質科学と倫理	(飯沼)	将来、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。前半は工学倫理総論、後半は物質科学に関わる各論を学ぶ。	
	科学技術政策と知的財産	井上・(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。	
	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の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。	
	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	服部・中村・重城・小林・片山・(池田和)	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・中村・野田・上沼・谷本	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・寺田・湯浅・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・(池田真)・田原・山中・葛原	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。		

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生に対応するために、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リ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」、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」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、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11月まで25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. 研究室配属と修士論文研究、連携研究室、短期修了、副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。数回の希望調査を行い、最終的に配属希望者が多数の場合は、「入学選抜試験の面接」、「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、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、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を目指す者は σ コースを選択します。 σ コースでは、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。

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)稲垣・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・(池田 ^馬) 松尾 (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)稲垣・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・(池田 ^馬) 松尾 (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	稲垣	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。閉じ込め効果やトンネル効果などのナノ系に特徴的に現れる性質と量子効果との関連にも言及する。	
	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、半導体レーザー、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	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、前半は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)について解説する。後半は、原子の電子状態から見た物質の磁性について解説する。	
	電子原子物性特論	大門・服部・稲垣・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す。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・冬木・徳田	太陽電池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。太陽電池については、基本動作原理と、各種の半導体材料を用いた太陽電池の性能、製造プロセスと応用について解説する。イメージセンサについては、電荷蓄積に至る概念を半導体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。これらを通じ、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・石河・中村	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・垣内・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、動的キラリテイ、協同現象をケーススタディーとして学ぶ。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 細川	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	(木口)	表面、また表面上に吸着した分子について、その原子・電子構造、ダイナミクスを中心とした表面化学の基礎について学ぶ。さらに、表面化学の最近のトピックスとして、電極間に架橋した単分子について、その電子輸送特性を中心とした物性を理解することを目標とする。	
	物質科学特論Ⅱ	(宮崎)	熱電変換の基礎について理解を深めるとともに、特に熱輸送現象に着目して知識を積み上げる。さらに熱電変換技術の研究動向や実用化の例を知ることで、当該技術の可能性について考える。	
	物質科学特論Ⅲ	(水野・中野)	(1)~(4)では、光化学反応によって生成する反応活性種の化学について、その基礎と応用を解説する。(5)~(8)では、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。	
	物質科学特論Ⅳ	(増田・徳富)	(徳富1-4回)生物は光をエネルギー源として利用する以外に、環境情報シグナルとしても利用している。そのために、動物、植物、微生物は進化の過程でそれぞれに固有の様々な光受容系を獲得した。これらのフォトバイオロジー研究で得られた知見から、イメージングを初めとする様々なオプトバイオテクノロジー的解析手法が開発され、現在の生物科学において重要な役割を果たしている。本講義ではこれらの視点から、光と生物の関わりを理解することを目的とする。(増田5-8回)物質科学、化学、さらに我々の社会における高分子物質の重要性に対する関心を高めることが本講義の目的である。具体的には、先端機能高分子を含む種々の高分子の設計、合成、および特性について講述する。特に、重合方法から機能まで考慮した高分子設計、遷移金属触媒重合による高分子の精密合成等について述べる。	
	物質科学実験・実習	各研究室教員		
	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26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	国際交流委員長	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	国際交流委員長	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・冬木・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。	
融合セミナー	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。	

A blue-tinted photograph of a laboratory. In the foreground, a person is looking down at a table. In the background, other people are working at tables. The room has large windows and various pieces of equipment.

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: 石墨 淳 ishizumi@ms.naist.jp
 助教: 富田 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じると、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&フォトニクス

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) メタ物質フォトニクス

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、ゲーセン大学、理化学研究所、他

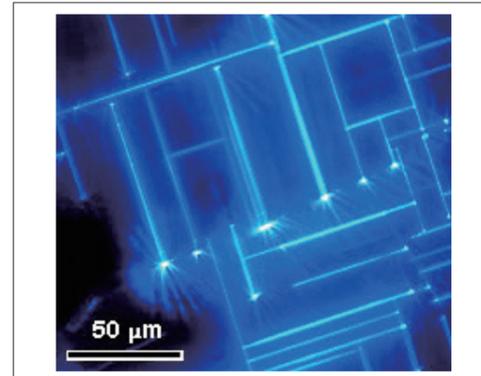


図1 分子結晶を用いた有機レーザー

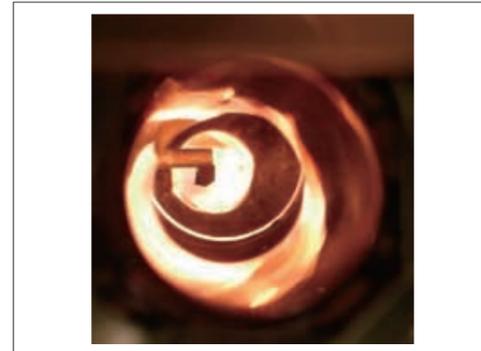


図2 Cuセル中に成長させた固体パラ水素結晶



図3 不純物ドーブ半導体ナノ粒子DAへ発光

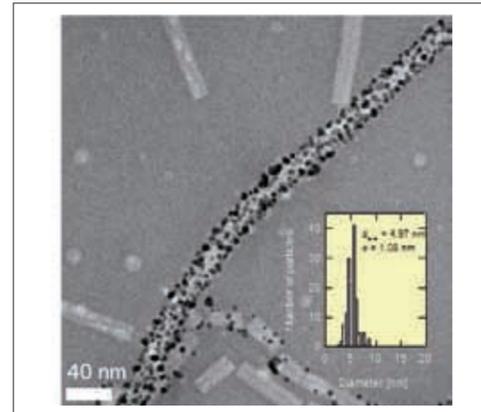


図4 TMV-金ナノ粒子複合体

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 賢 khattori@ms.naist.jp
 助教: 武田 さくら sakura@ms.naist.jp
 特任助教: 田口 宗孝

研究室概要

ナノメートル以下のサイズになると、エネルギーが量子化されるなど、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。当研究室では、そのような表面ナノ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、走査型トンネル顕微鏡(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、NOx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、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の他、SPring-8、立命館大学SRセンターなどを利用。

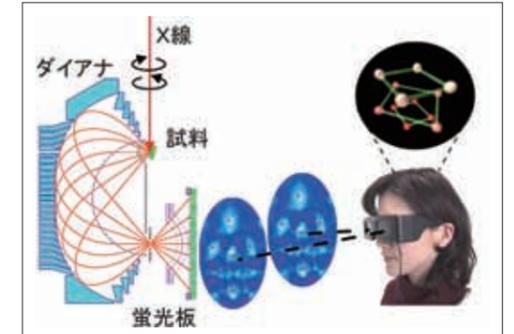


図1 二次元光電子分析器(DIANA)を立体原子顕微鏡として用いた原子配列の立体視

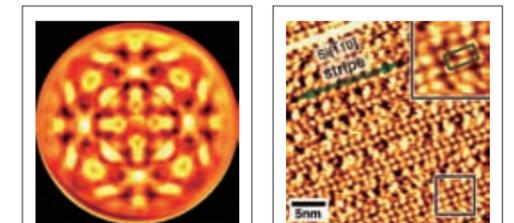


図2 光電子回折パターン

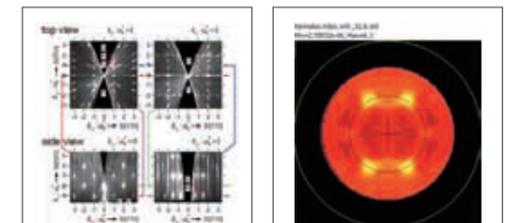
図3 β -FeSi₂表面のSTM像

図4 三次元逆格子マップ

図5 ZrB₂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軸引っ張り歪み半導体

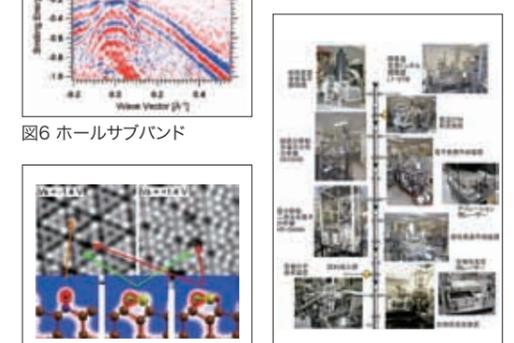


図8 解離吸着分子のSTM観測と第一原理計算

図9 試料作成複合評価システム

高分子創成科学研究室

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



教授: 藤木 道也 fujikim@ms.naist.jp

研究室概要

化学の常識に挑む...水の惑星地球上に誕生した生命の起源にヒントを得ながら、ミニマリズム思想に沿って次世代の光機能高分子科学の研究を推進しています。

主な研究分野

1) 光機能らせん高分子の常温常圧・ゼロ段階合成

天然の生物資源であるテルペンを溶媒にして、完全円偏光性を示す共役高分子や超分子を設計・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。(図1)

2) 鏡像対称性の破れ:不斉の起源に迫る

鏡像対称性を破る種々の不斉な物理力や不斉な化学力の起源に学び、らせん(光学活性)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。最新の成果は*Chemical Communications* (RSC)の表紙を飾りました。(図2)

3) 高分子からセラミックスへのゼロ段階・物質変換

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。最新の成果は*Polymer Chemistry* (RSC)の表紙を飾りました。(図3)

4) 光機能高分子複合材料の常温常圧・ゼロ段階合成

蛍光を発する色素や高分子と種々の有機高分子/無機高分子との複合材料の設計と創成を行っています。(図4)

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

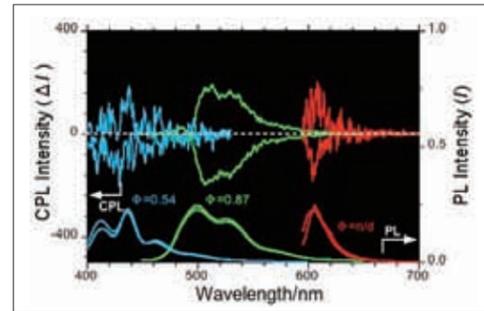


図1

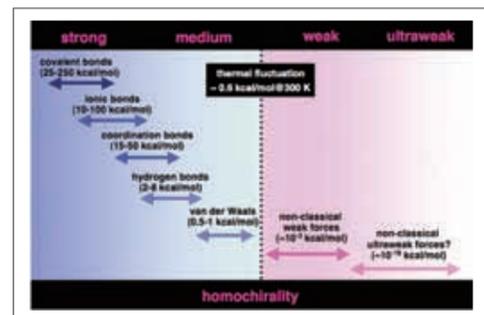


図2

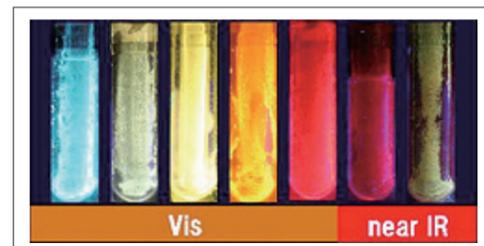


図3

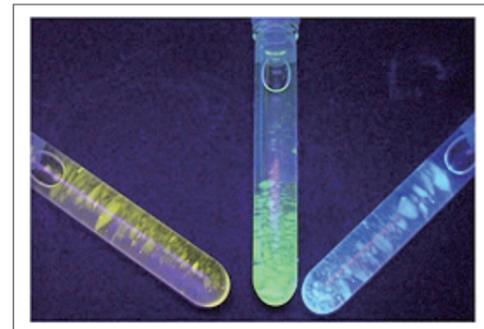


図4

光機能素子科学研究室

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



(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

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の研究開発(図3)。

2) マイクロメカニカルフォトニックデバイスの研究開発

フォトニックLSI技術とマイクロメカニクス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向けたSi-LSI上マイクロ回路デバイス(図4)。

3) 高性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技術に基づく高性能な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。

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、細胞培養設備等。

共同研究・社会活動など

- 共同研究: JST-CREST「生体分子1分子デジタル計数デバイスの開発」(東京大学野地研究室)、厚生労働省科研費(大阪大学医学部眼科)、JST-さきがけ「光・電気マイクロチップによる高分解能ニューラルインターフェースとニューロ-LSI融合BMIの開発」
- 日本学術振興会第125、174、179委員会、JSTさきがけアドバイザ
- 応用物理学会、電気学会、映像情報メディア学会



図1 研究室研究内容

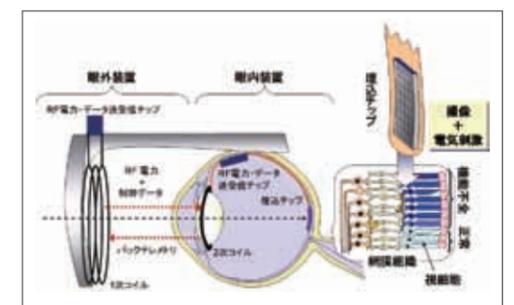


図2 人工視覚システム

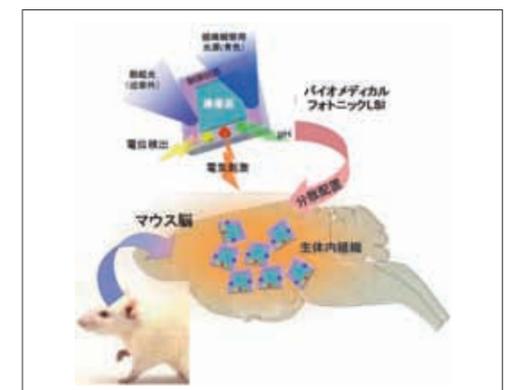


図3 脳内埋込デバイス

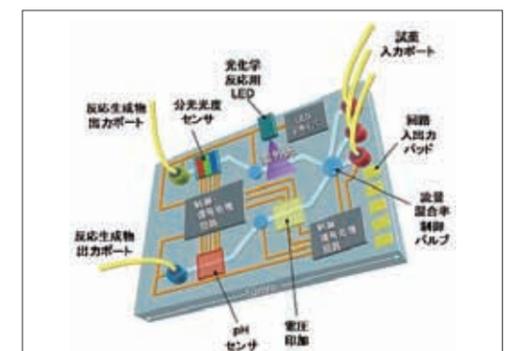


図4 Chemo-LSIシステム

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: 堀田 昌宏 horita@ms.naist.jp
 助教: 上沼 睦典 uenuma@ms.naist.jp
 特任助教: 藤井 菜美 f-mami@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) 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) 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。
- 3) 蛍光体微粒子、酸化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。
- 5) 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。

研究設備

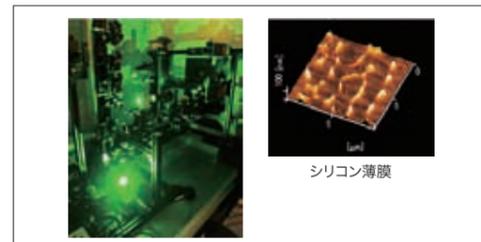
- ・クリーンルーム、レーザ結晶化システム、リソグラフィ装置
- ・光学特性、半導体デバイス測定装置、デバイスシミュレータ

共同研究・社会活動など

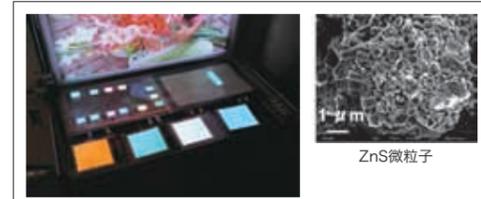
- ・Panasonic、出光興産、三井造船、住友電工、味の素など
- ・SSDM、MRS、AMFPD、IDW、ITC、IMFEDK国際会議



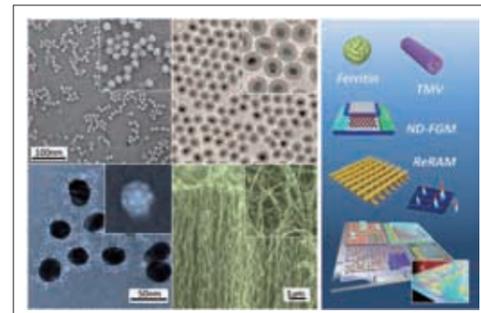
次世代機能集積素子システムオンパネル



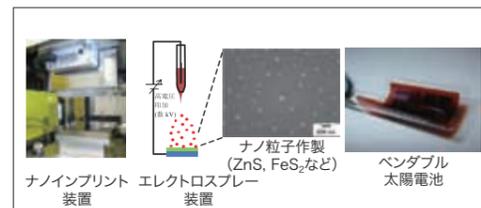
シリコン薄膜のレーザ結晶化システム



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半導体デバイス

微細素子科学研究室

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



教授: 冬木 隆 fuyuki@ms.naist.jp

研究室概要

低炭素社会実現のための最重要課題として“グリーンエネルギー創成”と“エネルギーの効率的利用”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。

- 本研究室では、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。

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

研究設備

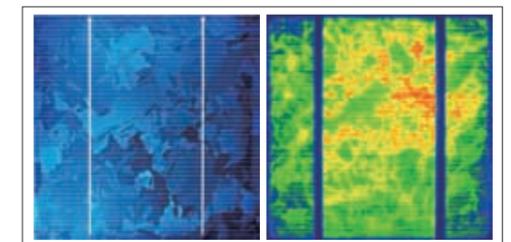
クリーンルーム、極微デバイス加工装置、半導体結晶成長装置、スペクトル分解光電変換機能解析装置、電気特性評価装置、など

共同研究など

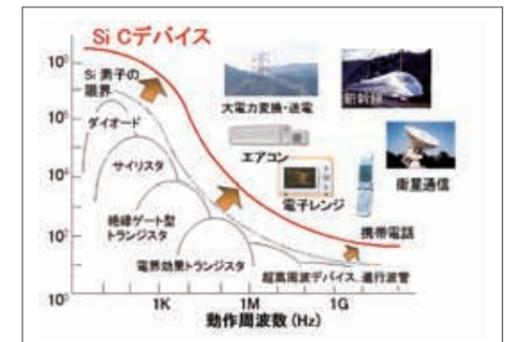
文部科学省「革新的エネルギー研究開発拠点形成事業」、産業技術総合開発機構、等



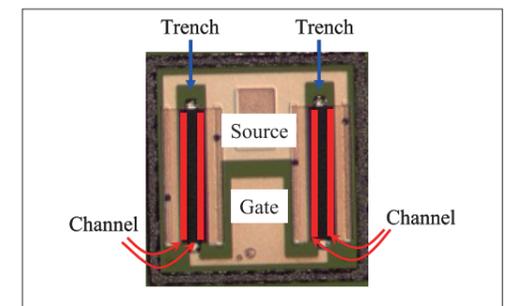
グリーンエネルギーのホープ太陽光発電システム



太陽電池素子光電変換機能のone-shot 2次元画像解析



SiCによる大電力制御素子の領域展開



SiC-レンチMOSFETの試作

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
 助教: 重城 貴信 jujo@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(※1)
 - ・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(※2)
 - ・ルイス酸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(※3)
- 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
 - ・有機光反応用流通式マイクロリアクターの開発(※3)
- 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)
 - ・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。
 - ・ホルムアルデヒドの新規利用法(※5)
 - ・糖類の新規利用法
- 5) 強相関電子系および超伝導体の非線形応答と非平衡状態の性質を、解析的および数的手法を用いて明らかにします。

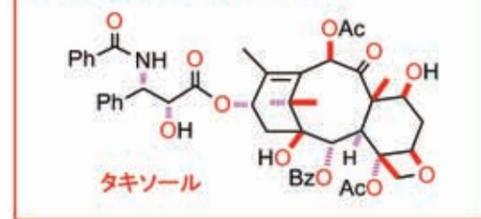
研究設備

- ・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

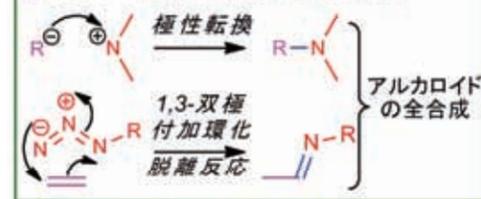
共同研究・社会活動など

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)

抗ガン活性天然物の合成※1



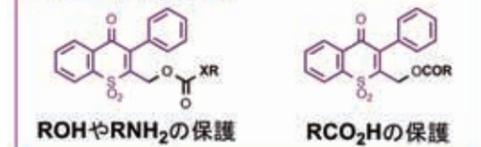
新しいC-N結合構築法の開発※2



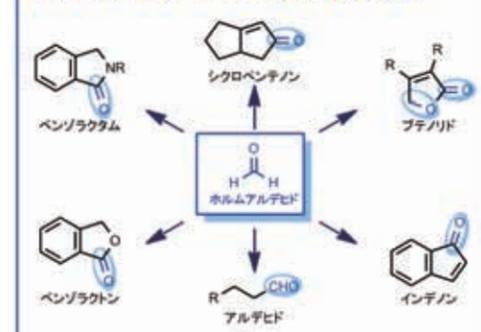
不斉光[2+2]反応の開発と光マイクロリアクターへの応用※3



光解離性保護基※4



ホルムアルデヒドの新規利用法※5



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 圭志朗 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

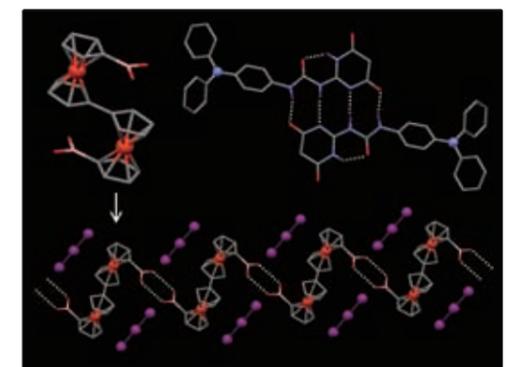
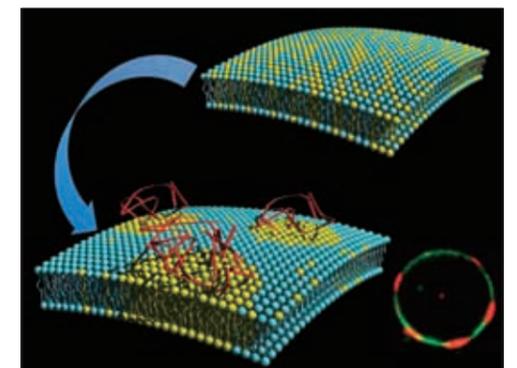
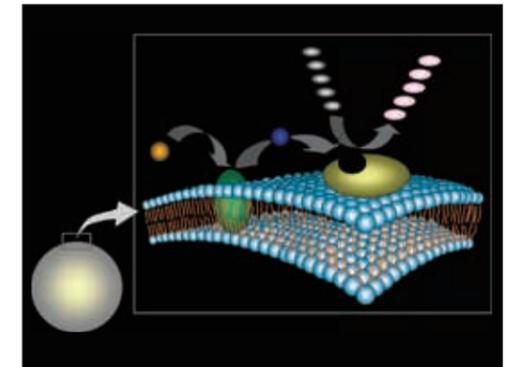
- 1) 人工細胞を用いる次世代型情報通信システムの開拓
 生体には無配線かつナノスケールで情報処理を行うシステムがあります。この生体系に学ぶことで、酵素や受容体などを組み込んだ人工細胞を用いて情報処理が可能な分子デバイスを開発しています。さらに、これら人工細胞の有機的な組織化・連係によって、情報媒体として分子を用いる未来の通信システム「分子通信」を開拓しています。
- 2) 細胞膜ダイナミクスの誘導による生体機能の制御
 外部刺激に反応して誘導される、細胞膜の形態変化や細胞膜内での分子集合体の形成は多くの細胞機能や疾病と関連する重要な分子機構です。天然に存在する膜作用性分子を規範として、細胞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研究室

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



(写真左から)
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

研究室概要

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、蛋白質の設計原理の理解は、蛋白質科学だけでなく、細胞生物学や病理学、創業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、機能性蛋白質の研究を通じ、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

1) 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ラニ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。

2) 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。

3) 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。この研究は細胞機能を光で制御する新しいテクノロジーの開発につながっています。

4) 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。

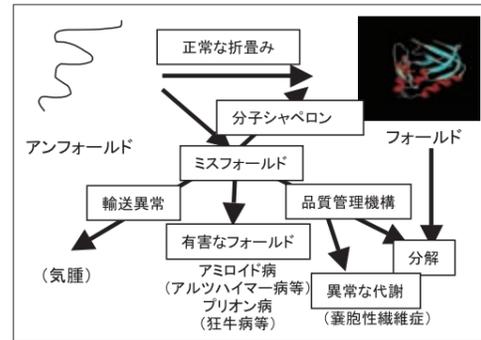


図1 細胞内での蛋白質の動態

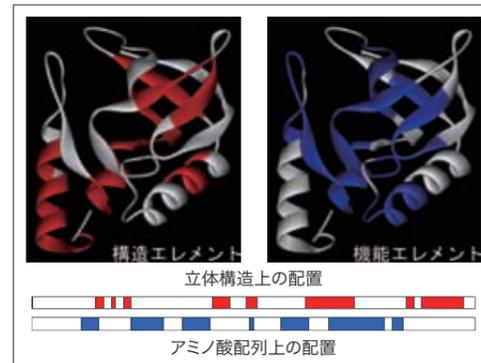


図2 構造・機能に重要な領域

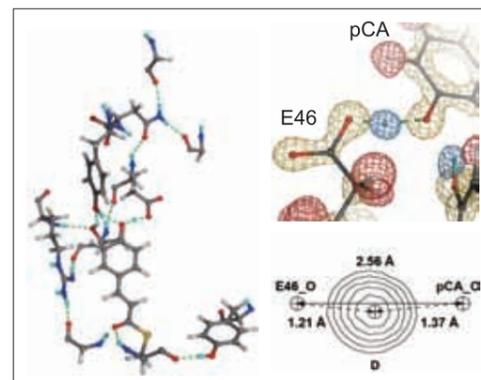


図3 PYP発色団近傍の水素結合ネットワーク(左)と発色団とグルタミン酸46の間の低障壁水素結合(右)。高分解能中性子結晶構造解析による水素原子の観測が可能になった。

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 tmatsu@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、光応答性生体分子の開発と生体系への応用、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

タンパク質を自由自在に操り、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)。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を分子レベルで理解し、その阻害法を研究しています。

3) 光応答性タンパク質・ペプチドの創成

タンパク質やペプチドなどの生体分子の立体構造と機能の光制御を行っています。これらの研究は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。

4) エネルギー関連の酵素反応の解明とメディスナルケミストリーを指向した生理活性分子の機能解明

水素は将来エネルギーとして期待され、その効率的な合成・分解法の開発は急務です。そこで、生物が有する酵素ヒドロゲナーゼの水素酸化還元反応の将来利用のため、その反応機構の分子レベルでの解明を行っています(図3)。また、メディス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

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、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。

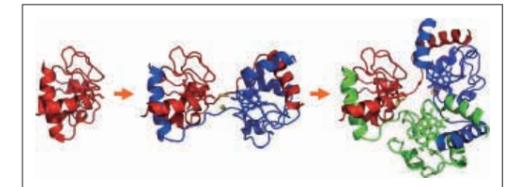


図1 新規タンパク質超分子の創成
(PNAS, 2010; Dalton Trans. 2012; Biochemistry, 2012; 2013; JBIC, 2013)

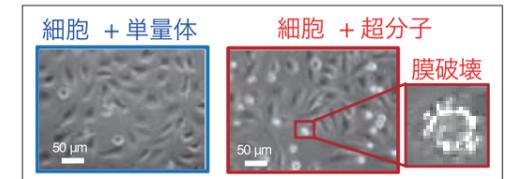


図2 タンパク質超分子によるHeLa細胞の膜破壊 (ChemBioChem, 2014)

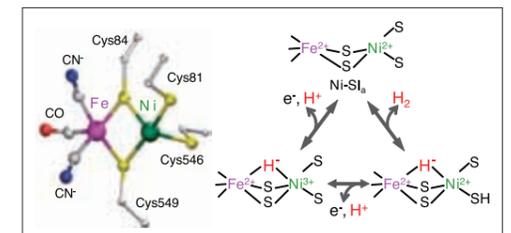


図3 水素酸化還元酵素ヒドロゲナーゼの活性部位構造と推定反応機構 (BBRC, 2013)

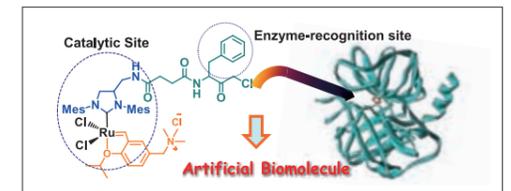


図4 有機金属錯体を有する人工酵素の構築 (Chem. Commun., 2012)

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、生体親和性が高いだけでなく、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 シークエンサー、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、凍結マイクローム等

共同研究

- ・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、アメリカ生物物理学会、アメリカ材料学会等
- ・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、豊田工業大学等
- ・大学発ベンチャー: (株)PHG

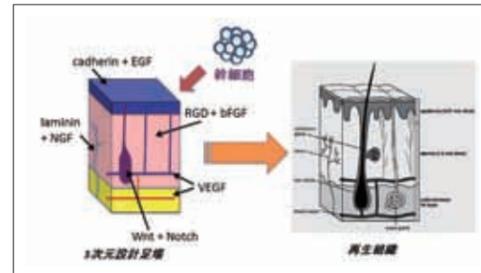


図1 機能性足場を用いた組織再生

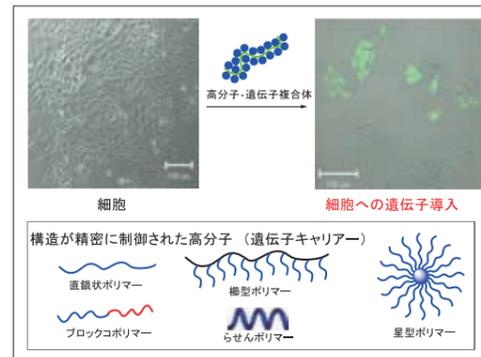


図2 遺伝子キャリアーの創成

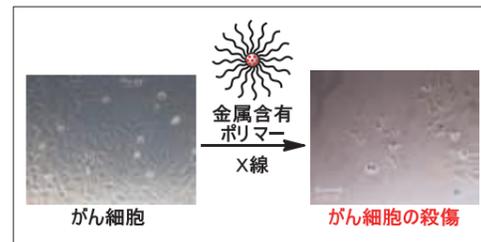


図3 X線増感がん治療法

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: 湯浅 順平 yuasaj@ms.naist.jp
 助教: 野々口 斐之 nonoguchi@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

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リ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(*Angew.Chem., Int.Ed.*2011)や強発光を示す分子(*J.Mater.Chem.*2011)、光で着色し電気により超高効率で消色するフォトエレクトロクロミック分子(*JACS* 2012)、フォトクロミックOLED材料(*Chem. Commun.*,2013)の開発に取り組んでいます。直交 π 共役系を有する新しい有機分子などの合成を進めています(*Chem.Asian J.* 2011)。

2) 低次元機能材料の開発

半導体やカーボンからなるナノ粒子やナノワイヤーの開発を行っています。ナノ粒子の自己集合構造化、表面と分子との相互作用を利用したキラル制御(*JACS*,2009)、さらに熱電発電材料等の開発を進めています(*J.Mater.Chem.* 2011, *Chem. Commun.*,2011, *Sci.Rep.*,2013)。

3) キラル分子・錯体材料の開発

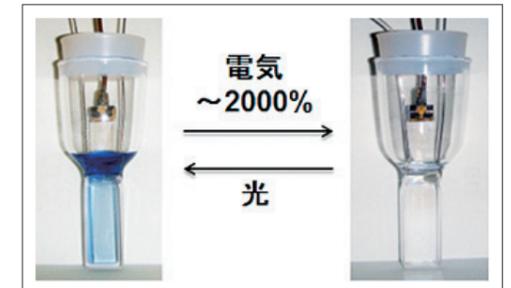
円偏光発光(CPL)を検出する顕微鏡システムとともに、CPL特性を示すキラル分子、キラル金属錯体材料の開発を進めています。分子の自己集合に応じたCPL特性の増強や、希土類金属錯体におけるキラル配位子間相互作用を利用したCPL特性の制御(*JACS*,2011, *Chem.Eur.J.*,2013)を行っています。

4) 超分子蛍光センサーの開発

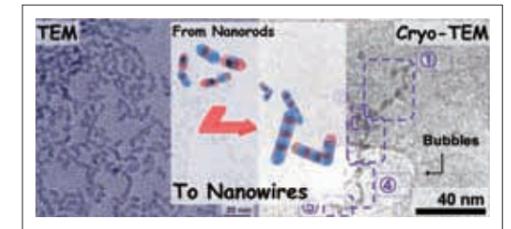
金属イオンとプローブ分子との段階的超分子形成を利用して、溶液中に存在する金属イオン濃度を可視化することのできる蛍光センシングシステムの開発に取り組んでいます。(*Angew.Chem.Int.Ed.*,2010, *Chem. Eur.J.*,2013, *Chem.Commun.*,2013) 右に示すプローブ分子は亜鉛イオンと段階的に組織構造を形成することで、亜鉛イオン濃度に応じた発光色変化を示します。

研究設備

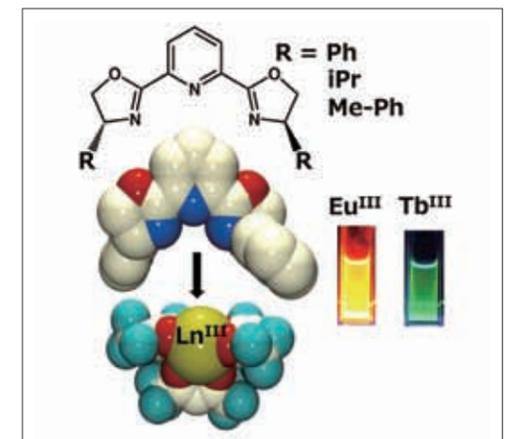
円偏光蛍光顕微鏡計測装置、可視近赤外分光計測装置、グローブボックス、HPLC、GPC、量子化学計算用PC、偏光蛍光顕微鏡分光装置 他



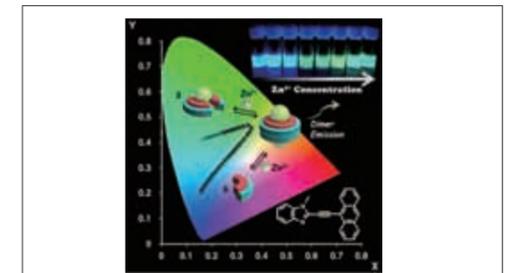
高効率フォトエレクトロクロミック分子による着色・消色反応



半導体ナノ粒子の自己集合によるナノワイヤー形成



円偏光発光を示すキラル希土類錯体



段階的超分子形成を利用した白色発光型亜鉛イオンセンサー

超高速フォトニクス研究室

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



(写真左から)
教授: 河川 仁司 khitoshi@ms.naist.jp
助教: 片山 健夫 tkatayama@ms.naist.jp

研究室概要

本研究室では、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、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ー(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。レーザー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ー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)基板上の量子井戸を活性層としたスピンドVCSELの作製、および円偏光レーザー発振に成功しています(図4)。スピンド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。強磁性体電極から半導体光デバイスへのスピンド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:

1.55μm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ー、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、RIE)

共同研究など

科学研究費補助金基盤研究(S)などから助成を受け、プロジェクトを推進しています。

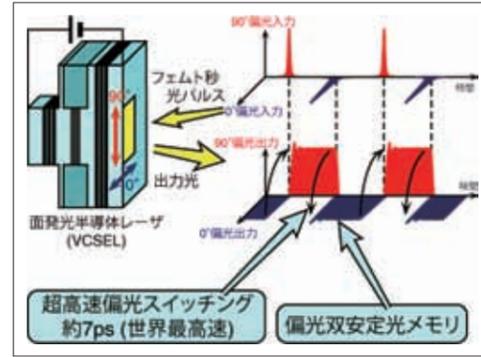


図1 偏光双安定面発光半導体レーザー

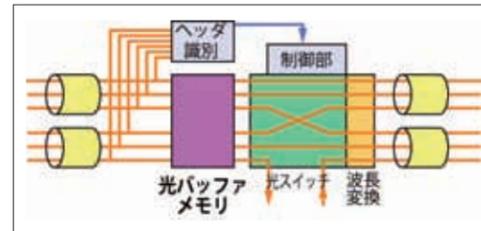


図2 光バッファメモリを用いた光パケットスイッチノード

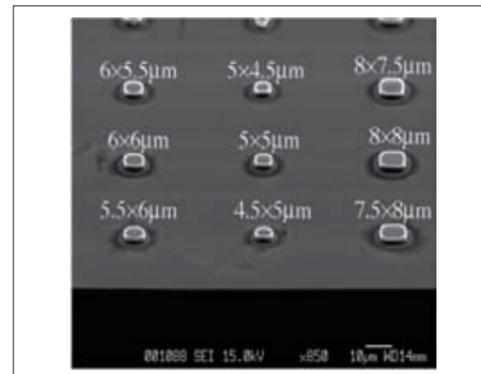


図3 面発光半導体レーザー2次元アレイの電子顕微鏡写真

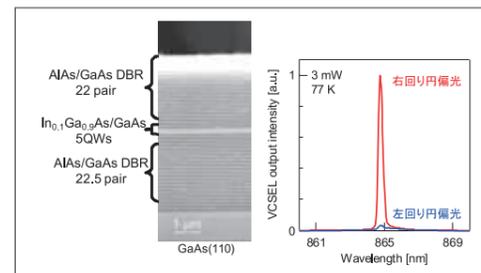


図4 GaAs(110)基板上スピンドVCSELと円偏光レーザー発振

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: 葛原 大軌 kuzuhara@ms.naist.jp
特任助教: 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。特に溶媒に可溶性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。

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。

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式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。

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、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

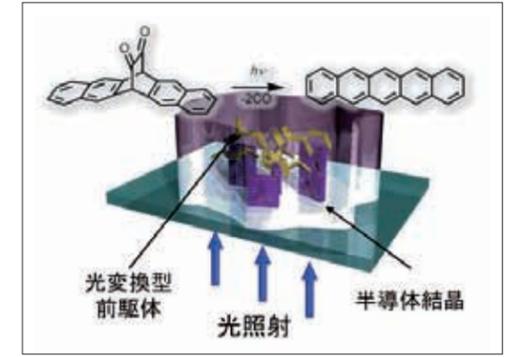


図1 ベンタセンジケトンからベンタセンへの光反応と薄膜構造制御概念図

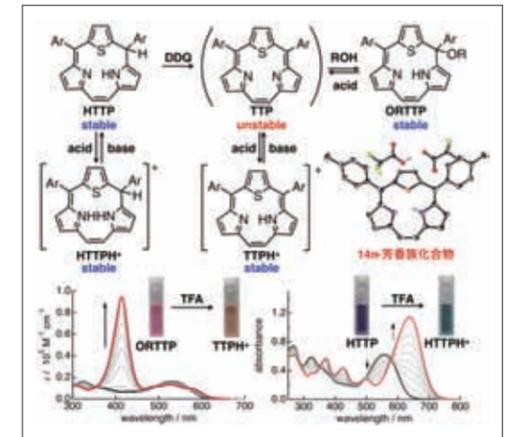


図2 [14]チアトリフィリン(2.1.1)の合成及び反応性について



図3 ユニークな多環芳香族炭化水素



准教授: 細糸 信好 hosoito@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) 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。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。

2) 非磁性層伝導電子の誘起磁性

間接交換結合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気構造を磁場変化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。また、非磁性層を介した間接交換バイアス効果についても調べる。

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

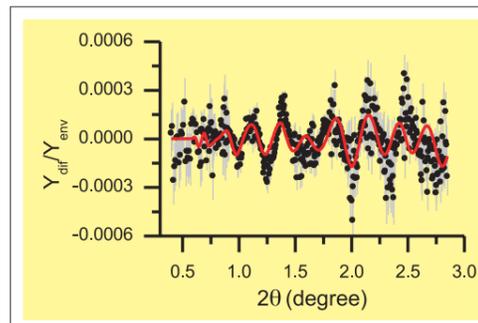


図2 交換バイアス膜の反強磁性MnIr層に誘起された非補償磁化による磁気散乱プロファイル (Ir L₃吸収端)

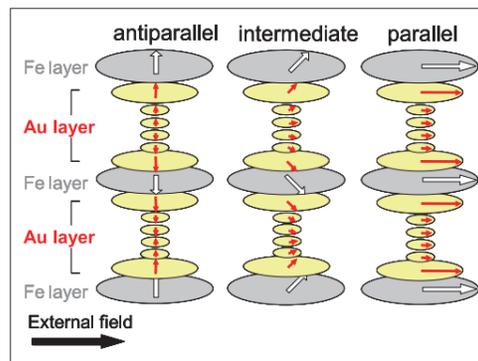


図3 間接交換結合Fe/Au多層膜のAu層誘起磁気構造の磁場変化



准教授: 稲垣 剛 inagaki@ms.naist.jp

研究室概要

本研究室では、強いレーザー光励起により半導体中に生成された励起子系の性質に関して理論的な立場から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出来ます。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

1) 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。本研究室では、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。

2) 半導体ナノ結晶におけるマルチエキシトン効果の研究

太陽光の持つエネルギーを電力に変換する太陽光発電は、限りある地球資源を有効に活用する技術の一つとして近年注目されています。現在市場に流通している太陽電池のほとんどは単一のpn接合によって構成されており、その効率の上限はShockley-Queisser限界と呼ばれる約30%であることが知られています。インバクティオン化は、光吸収によって半導体中に生成された電子と正孔が、余剰エネルギーを使って更に別の電子と正孔を生成する現象であり(図参照)、Shockley-Queisser限界を超える太陽電池の実現につながる現象として知られています。本研究室では半導体ナノ結晶におけるマルチエキシトン効果のキャリアダイナミクスを、半導体プロット方程式に基づいて研究をおこなっています。

3) 量子もつれ電流の非摂動的な研究

量子もつれ状態は、別名エンタングルメント状態とも呼ばれ、21世紀の牽引技術と考えられている量子情報処理において基本的な役割を演じることが知られています。通常の量子もつれ状態は、ボーズ粒子である光子を用いて作られ、非線形光学現象を利用した量子もつれ光子対は「双子の光子」と呼ばれ、近年活発に研究されています。本研究室では、超伝導状態におけるクーパー対を構成する電子が、量子もつれ状態にあることに着目して、交差アンドレエフ散乱とクーロンブロックードと呼ばれる現象を組み合わせることで単一の電子を取り出すことが可能ではないかと考えており、実験家と協力して量子もつれ電流の性質を明らかにしようと試みています。

共同研究・社会活動など

東京大学、奈良女子大学など

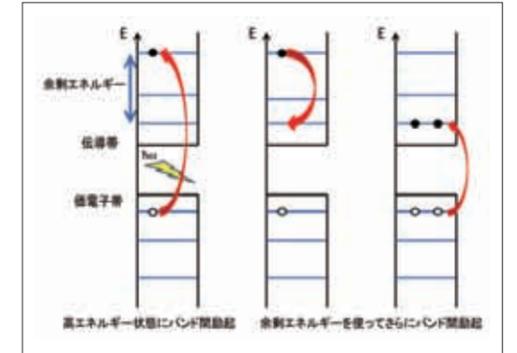


図 インバクティオン化の概念図

有機固体素子科学研究所

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



(写真左から)
 特任教授: 中村 雅一 mnakamura@ms.naist.jp
 特任助教: 松原 亮介 matsubara@ms.naist.jp
 特任助教: 小島 広孝 kojimah@ms.naist.jp

研究室の概要

Electronics on Any Surface!

これが我々の研究のキャッチフレーズです。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(分子内構造に応じて複雑に変化する分子間力や、強相関系のオンサイトクーロンエネルギーなど)を利用して、有機エレクトロニクス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) 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1)

2) 「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しいメカニズム熱電材料などの開発と熱電機構の解明を目指している。(図2)

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らぎポテンシャルを利用したテラヘルツ(THz)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3)

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。(図4)

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、化学計算クラスターほか

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、学振ナノプロブテクノロジー第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、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)、高輝度光科学研究センター、三菱化学、パナソニック、東しほか

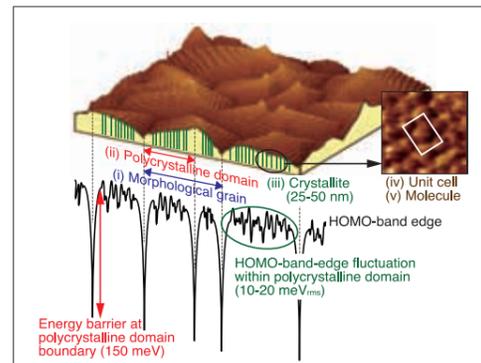


図1 ペンタセン薄膜の階層的結晶構造とバンド端プロファイル

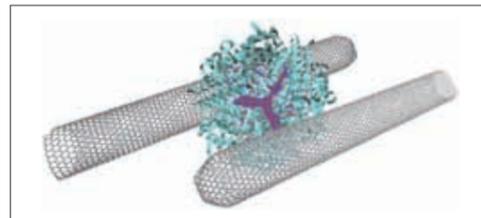


図2 カーボンナノチューブが無機粒子内包タンパク質で橋渡された接合部

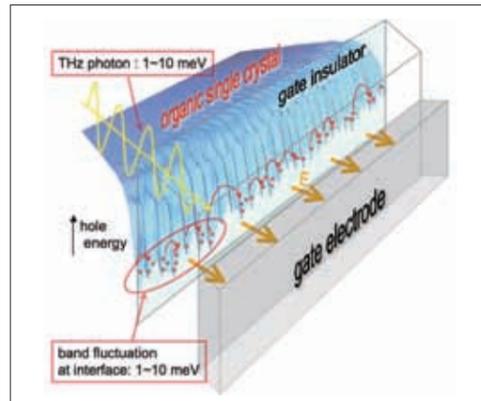


図3 有機トランジスタ中に電場励起されたキャリアとTHz光子との相互作用

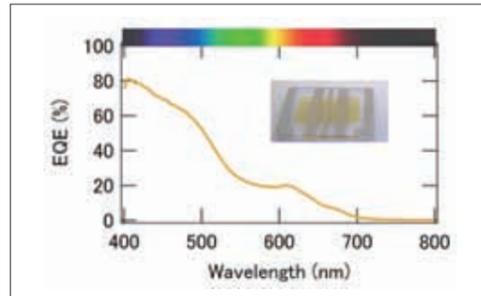


図4 「明るい有機太陽電池」の外部量子効率スペクトルと素子写真

グリーンバイオナノ研究室

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



特任准教授: 細川 陽一郎 hosokawa@ms.naist.jp

研究室の概要

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

1) 超短パルスレーザーを駆使して細胞や水を操作する研究

光が1mmの距離も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、光エネルギーを時間・空間的に極限にまで集中させることができます。この濃縮された光エネルギーを細胞や水溶液に作用させると、 μm オーダーの集光点で微小な爆発現象が誘起され、微小空間に強い衝撃波が伝搬します。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(図1)したりすることに成功しています。さらに、顕微鏡下の狙った位置の狙った時間に氷結晶(図2)を発生させることに初めて成功しました。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研究を進めています。

2) 細胞・生体組織のもつ環境感覚に学ぶ

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じ、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。この様な植物や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を探索します。

研究設備

顕微鏡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)、共焦点顕微鏡分光システム、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、京都大、近畿大、東京工業大、東京学芸大学、神戸大、基礎生物学研究所、陽明大(台湾)、国立交通大(台湾)など

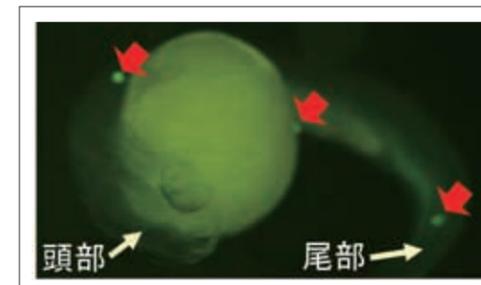


図1 フェムト秒レーザーによる魚胚への蛍光分子の導入。レーザーを照射した箇所(矢印)に、細胞内に分子が導入されたことを示す強い蛍光がみられる。同様に遺伝子やRNAの導入にも成功している。

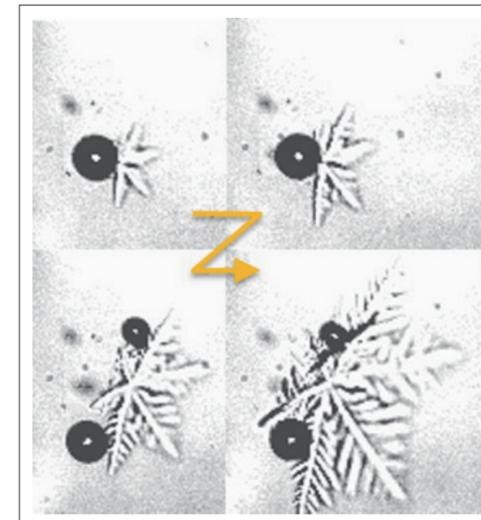


図2 フェムト秒レーザーによる氷化誘導。過冷却水にフェムト秒レーザーを集光照射すると集光点付近から氷結晶が成長することを、世界で初めて発見した。

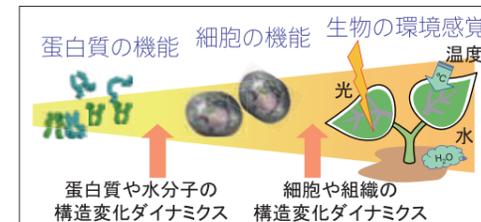


図3 蛋白質や細胞の構造変化ダイナミクスと生体機能創発。フェムト秒レーザー誘起衝撃力による細胞操作・計測方法を利用して、これらの関連性を明らかにし、生体のもつ環境適応感覚を理解していきます。

グリーンナノシステム研究室

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



准教授: 松井 文彦 matui@ms.naist.jp

研究室の概要:

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、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。これらは光電子回折の理解を深めるカギとなるとともに新たな分析法開発のヒントになります。

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開発を行っています。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て、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の推進を支えます。

*SiCベースのパワーデバイスやグラフェンデバイス: 界面の原子構造・電子状態を解析し、ヘテロ構造作製プロセスにフィードバック

*アモルファス薄膜の深さ分解組成解析

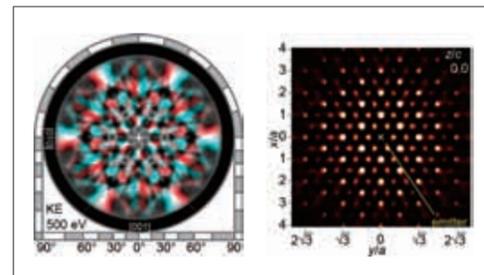
*鉄多結晶試料やポリシリコン表面: 顕微回折分光による微細構造評価

*磁性薄膜: 原子層分解磁気構造解析法を進展させ、垂直磁気スイッチングの制御を目指す。

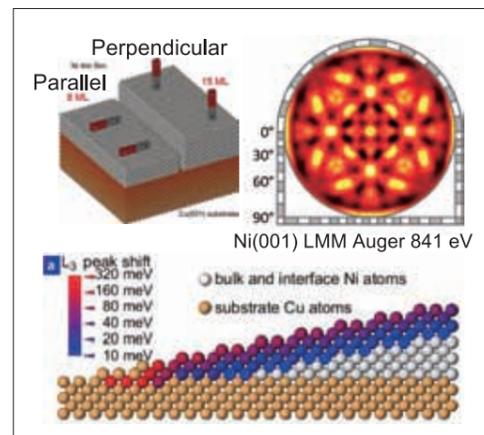
共同研究・社会活動など

学内や学外 (JASRI/Spring-8、静岡大学、北海道大学、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。

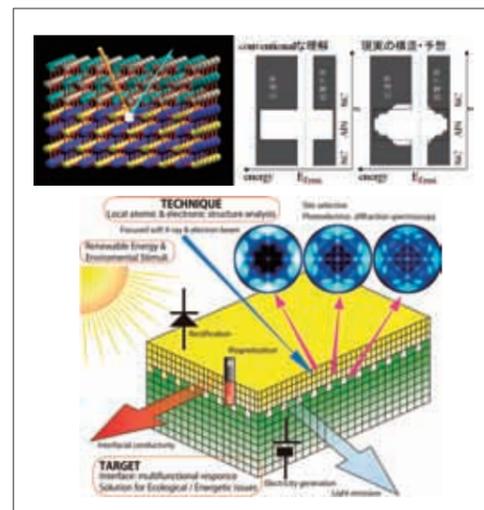
所属学会: 日本物理学会、表面科学会、放射光学会など



左: グラファイトの光電子角度分布。
右: ホログラフィー法による実空間原子配列の再生



Ni極薄磁化膜からのAuger電子回折角度分布と原子層別電子状態。



回折分光法による界面の局所電子状態解析
共同研究: 局所電子物性解析によるグリーンナノシステムの評価と開発

メゾスコピック物質科学研究所 (パナソニック(株)先端技術研究所)

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



(写真左から)
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

研究室の概要

当研究室では、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・コンポーネント作製の研究領域を世界に先駆けて切り拓いています。その応用として高性能ナノ構造デバイス、バイオセンシング、さらにLoCへ展開を行っています。また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

1) ウエットナノテク・バイオナノプロセス研究

水溶液中でナノ機能構造作製を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。バイオ分子がナノ空間で自在に構造を作る場をActiveBio場と命名し、タンパク質の特性、①理想的な均一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、省エネルギーでナノ構造を作ること、③半導体材料等のバイオミネライゼーションが可能であること、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研究を行っています。このプロセスは水溶液中で行い、環境負荷が少なく、常温常圧で行う経済的プロセスです。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、Siナノワイヤや応用バイオセンサー、DNAシーケンサ、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) の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、SEM、AFM、STM、DSC、DLS、DTA、電界放射型走査電子顕微鏡、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

当研究室では、科学技術振興機構の支援をいただき国内外で共同研究を行っています。特に、微細素子科学研究所と情報機能素子科学研究所とは強力な連携研究を行っています。また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、豊田工業大学、がん研究所、臺灣国立交通大学、シンガポールA*STARとも共同研究を推進中です。

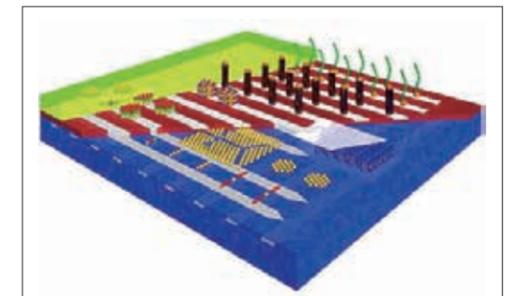


図1 バイオナノプロセスによるナノエレクトロニクスデバイス作製

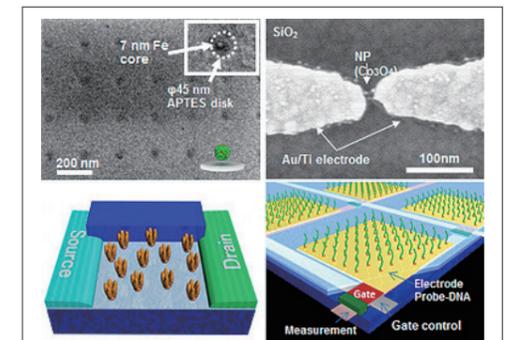


図2 タンパク質によるナノデバイス作製シリコン基板上単一ナノ粒子配置とナノギャップ電極利用単電子トランジスタ等

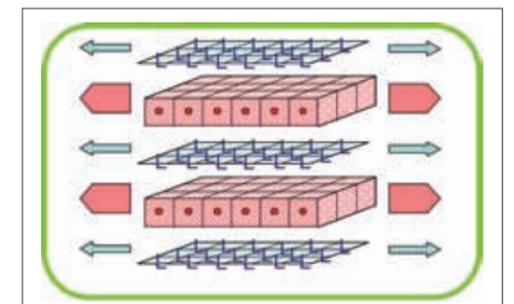


図3 自己組織化層状物質合成プロセス

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:高橋 明 takahashi-akira@sharp.co.jp
教授:和泉 真 makoto.izumi@sharp.co.jp
准教授:岩田 昇 iwata.noboru@sharp.co.jp

研究室の概要

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としたメモリデバイスの研究、ナノサイズ化した半導体、および、酸化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) 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。本研究室では、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) 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 ・VSM(振動試料磁力計)
・分光器、カー効果、エリプソメータ
・光吸収、PL測定装置
3. 解析装置 ・蛍光X線、X線回折
・AFM



シャープ(株)研究開発本部



VSM



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:青野 浩之 aonoh@santen.co.jp
教授:本田 崇宏 hondat@ms.naist.jp
准教授:榎本 裕志 hiroshi.enomoto@santen.co.jp

研究室の概要

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、実際に新規な低分子化合物を合成して、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

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(TFPL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(図2)。またスクアリン酸(squaric acid)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、生理作用のあ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1、化合物4、5)。さらに新しい試みとして、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きたいと思っています。

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

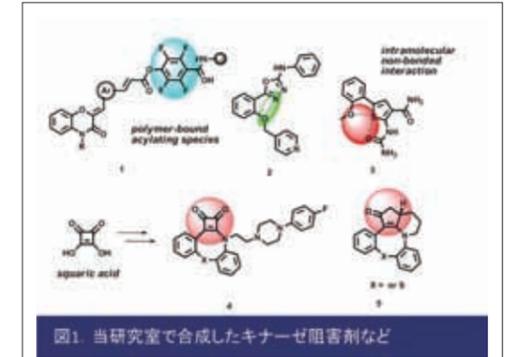


図1. 当研究室で合成したキナーゼ阻害剤など



図2. 阻害剤とキナーゼとの共結晶X線構造解析

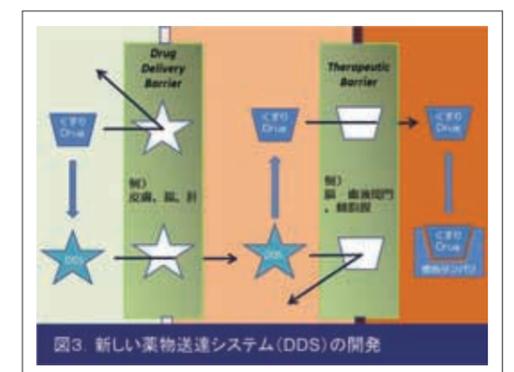


図3. 新しい薬物送達システム(DDS)の開発

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
 准教授: 甲斐 照彦 kai.te@rite.or.jp
 准教授: 後藤 和也 goto.ka@rite.or.jp

研究室の概要

当研究室は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や水素など新エネルギー技術の開発を進めている。

主な研究分野

1) 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

2) 新エネルギー技術

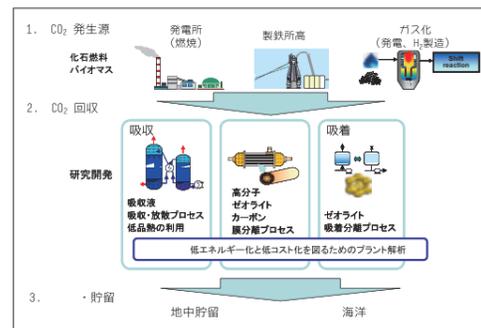
- (1) 高効率水素分離技術
- (2) バイオマスの新規な利用技術

研究設備

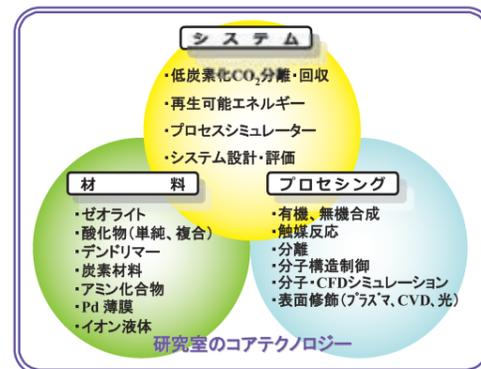
RITE(<http://www.rite.or.jp/>) 京都府木津川市木津川台9-2)内の各分析機器および本学の共通設備を活用
 X線光電子分光装置(XPS)、走査型トンネル顕微鏡(STM)、走査型電子顕微鏡(FE-SEM)、透過型電子顕微鏡(TEM)、FT-IR、UV-VIS、HPLC、TG-DTA、XRD、共焦点レーザー顕微鏡、2成分ガス吸着測定装置等

共同研究・社会活動など

日本化学会、化学工学会、石油学会、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。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。



二酸化炭素の分離回収・貯留技術の開発



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: 小関 英一 zeki@shimadzu.co.jp
 教授: 佐藤 敏幸 tsato@shimadzu.co.jp
 准教授: 叶井 正樹 masakik@shimadzu.co.jp

研究室の概要

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(μTAS: 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μm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μm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μTAS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

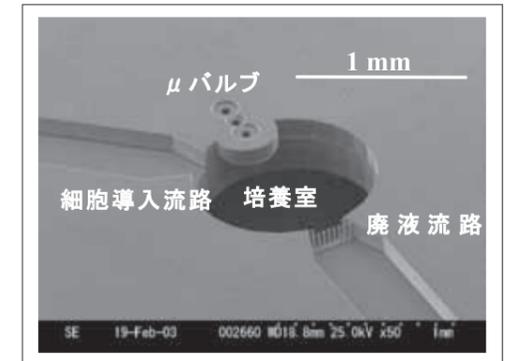


図1 細胞機能解析システム用細胞培養チップ

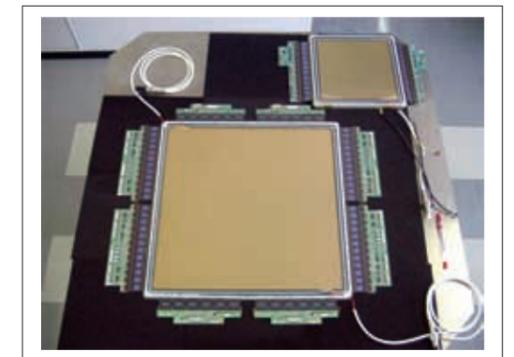


図2 医療用2次元X線検出器

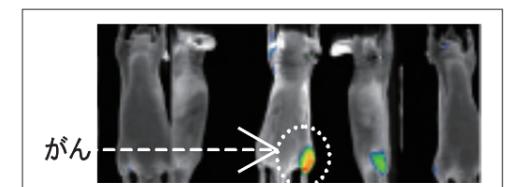


図3 蛍光標識した高分子ミセル(φ30nm)によるがんイメージング

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

研究室の概要

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合わせ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。

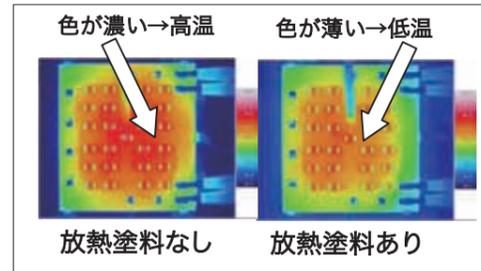


図1 LED照明(電球25個)機器への放熱塗料の表面塗布効果測定(熱画像)

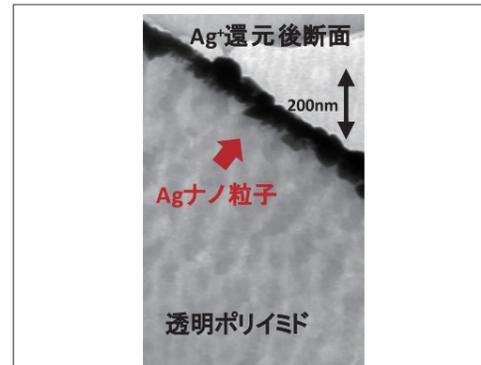


図2 透明ポリイミド基板への高信頼性配線形成のための銀ナノ粒子シード層

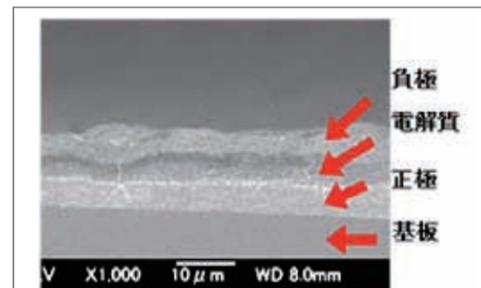


図3 ナノ粒子三層積層による全固体薄膜リチウムイオン電池積層構造

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。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。



二重収束型質量分析装置

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。

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のほか、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、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3台の電子顕微鏡設備に加えてEPMA専用機および微小電気計測専用の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 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群

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。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。



フェムト秒Ti-S&蛍光寿命測定装置

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。

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。



複合酸化物薄膜形成装置

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。



集束イオンビーム加工装置

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。

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。



索 引

事項索引

索引	ページ番号
0.01nm光スペクトラムアナライザ	27
1.55 μ m帯200fs光パラメトリック発振器	27
1,4-ベンゾオキサジン-3-オン	36
13GHzリアルタイムオシロスコープ	27
100fs Ti: Sapphireモード同期波長可変レーザー	27
10T超伝導マグネット	27
2次元X線検出器	38
2成分ガス吸着測定装置	37
3次元逆格子空間マッピング	16
3次元マッピング	16
40 Gbpsビット誤り率測定システム	27
4結晶X線回折装置	27
4端子法	16
ActiveBio場	34
AFM	34, 35
CCD二次元X線検出器	29
CMOS	18
CMOSイメージセンサ	18
DDS	36
DLS	34
DNAシーケンサー	25
DNAシーケンサー	34
DNA分析システム	38
DRIE	18
FT-IR装置	23, 24, 37
GC	21, 24
HPLC	21, 37
LSI	18
LSI設計	18
OLED材料	26
Optogenetics	18
PCR	24, 25
RTA処理炉	34
Siナノワイヤ	34
STM	34
TG-DTA	37
THzイメージングデバイス	31
UV-Vis-NIR	37
VEGF	36
XRD	37
X線光電子分光装置(XPS)	37
X線溶液散乱測定システム	23
μ TAS	18
アセン	28
アミノ酸配列の単純化	23
アルカロイド	21

索引	ページ番号
遺伝子工学	24
インパクトイオン化	30
ウエットナノテクノロジー	34
エッチング装置	34
エネルギーエレクトロニクス	20
エネルギーバンド	16
エレクトロスプレー	19
円二色性分散計	23, 25
円偏光軟X線	16
オージェ電子分光(AES)	16
折り畳み	23
オンサイト環境分析システム	38
温度可変振動試料型磁気測定装置	29
界面磁性	29
界面・表面	33
拡散炉	34
可搬型分析システム	38
加齢黄斑変性	36
がん	36
感覚生理学	23
環境感覚	32
間接交換結合	29
気液分離チップ	38
希土類蛍光体	26
キナーゼ阻害	36
吸収	28
共焦点レーザー顕微鏡	23, 25, 37
強相関電子系	21
強相関電子系材料	34
共鳴ラマン装置	24
局所電子状態	33
キラル錯体	26
近赤外領域	28
金属間相互作用	22
金属錯体	24, 28
クリーンルーム	19, 20
グローブボックス	21, 24
蛍光	38
蛍光・吸光・発光プレートリーダー	25
蛍光光度計	21, 23
蛍光発光分子	26
蛍光/燐光寿命計測システム	23
結晶成長	20
原子間力顕微鏡	32
原子軌道	33
原子構造	16
原子配列構造	16

索引	ページ番号
原子配列の立体写真	16
原子レベル制御	20
元素選択的な磁化過程	29
顕微分光	15
広角対物レンズ	16
光学特性	19
交換バイアス効果	29
合成	17
構造生物学	23
高速液体クロマトグラフ	25
光電子回折分光	33
高分子	17
高分子膜	37
高分子ミセル	38
高密度励起子系	30
氷結晶	32
国際共同研究	34
極微構造	20
極微デバイス加工装置	20
固体二次電池	39
固体表面	16
コヒーレント制御	15
コンビナトリアルケミストリー	36
再生医療	25
細胞	24
細胞培養チップ	38
細胞膜ダイナミクス	22
酸化物薄膜	35
酸化物半導体	19
シーケンサ	23
紫外可視吸収分光計	21
紫外・可視・赤外分光解析システム	25
紫外可視分光器	23
時間分解PL測定用ストロークカメラ	27
時間分解分光	15
色素	17
磁気抵抗測定装置	29
刺激電極	18
自己組織化	34
自己組織化材料	19
示差走査熱量計	24
示差走査熱量分析計	22
磁性金属膜	29
磁性薄膜	16
昇温脱離(TPD)	16
情報伝達	23
触媒	16

索引	ページ番号
触媒反応	21
植物細胞	32
シリコン	19
シリコンカーバイド	20
シリコン太陽電池	20
試料作成複合評価システム	16
シンガポール	34
真空ライン重合装置	25
シンクロトロン放射光	23
人工改変タンパク質	34
人工細胞	22
人工視覚	18
人工蛋白質	23
新装置の開発	16
新物質作製装置	16
水素	37
水素結合	23
スクアリン酸アミド	36
ストップフロー装置	23, 24
スパッタ装置	35
スペクトル分解光電変換機能解析装置	20
生体超分子	19, 24
生体適合性	25
生体分子間相互作用測定装置	22
成膜装置(各種)	38
精密重合	25
生命	17
生理活性天然物	21
セルソーター	25
遷移金属錯体	21
旋光計	21
閃光分解測定装置	23
センサー分子	26
全反射蛍光顕微鏡	22
全方位分解光電子分光	33
走査型電子顕微鏡(FE-SEM)	25, 37
走査型トンネル顕微鏡(STM)	16, 37
走査型プローブ顕微鏡(SPM)	25, 31
第一原理計算	16
臺灣	34
多環式有機化合物	21
タキソール	21
タンパク質	24
蛋白質X線結晶構造解析システム	23
タンパク質遺伝子操作設備	34
タンパク質精製機器	24
蛋白質精製システム	23

事項索引

索引	ページ番号	索引	ページ番号	索引	ページ番号	索引	ページ番号
蛋白質設計工学	23	倒立蛍光顕微鏡	24	光変換前駆体法	28	放射光X線散乱実験用電磁石	29
蛋白質動力学	23	ドッキングシミュレーション	36	非結合性(S-O, S-N, O-N)相互作用	36	放熱制御技術	39
蛋白質の設計原理	23	ドライエッチング装置	38	微細加工	38	ホールサブバンド	16
タンパク質発現精製設備	34	ナノインプリント	19	非磁性層の誘起磁性	29	ポルフィリン	28
タンパク質変性	24	ナノ結晶	26	非線型応答理論	21	ホルムアルデヒド	21
蛋白質輸送	23	ナノ構造	34	表面磁性(SMOKE)	16	マイクロケミストリ	18
地球温暖化問題	37	ナノ構造磁性	29	表面処理技術	39	マイクロリアクター	21、38
中性子結晶構造解析	23	ナノテクノロジー	16	表面超構造	16	マルチエキシトン効果	30
超格子構造	16	ナノ熱電材料	26	表面電気伝導	16	マルチターゲット・スパッタリング装置	29
超高真空	16	ナノ秒過渡吸収測定装置	24	表面ナノ物質	16	無機EL	19
超高真空搬送路	16	ナノ粒子	15、34	表面発光(PL)	16	無機多孔質膜	37
超高分解能分析器	16	ナノワイヤ	34	表面物性	16	メカノバイオロジー	32
超小型化学分析システム(μ TAS)	38	二酸化炭素分離回収・固定化技術	37	微量分注ロボット	23	メタ物質	15
超電導NMR測定装置(600, 500, 400, 300MHz)	21	二次元光電子分光	16	フェムト秒レーザー	15、32	メディシナルケミストリー	24
超ハイブリッド材料	39	二次元表示型光電子分光装置(DIANA)	16	フェルミ面	16	網羅的アラニン挿入変異解析	23
超薄膜	15	熱処理炉	34	フォールディング異常病	24	薬学	24
超分子集合体	24	脳内埋植	18	フォトクロミック分子	26	有機エレクトロニクス	15
超分子組織構造	26	バイオセンサー	34	フォトニクス	15、18	有機金属錯体	24
超臨界二酸化炭素	21	バイオテクノロジー	24	フォトニックネットワーク	27	有機合成	24
直線偏光	16	バイオナノプロセス	34	複合材料	17	有機太陽電池	15、31
低温恒温槽	21	バイオマス	37	複雑系解析	21	有機低分子X線構造解析	36
低障壁水素結合	23	バイオマスプラスチック	39	不斉	17	有機電子材料	28
低速電子回折(LEED)	16	バイオミネライゼーション	34	プラスミド調製ロボット	23	有機トランジスタ	31
デジタルELISA	18	バイオメディカルフォトニックデバイス	18	フレキシブル回路基板	39	有機熱電変換材料	31
デバイスシミュレータ	19	薄膜トランジスタ	19	フレキシブルディスプレイ	19	有機薄膜太陽電池	28
デバイス電気特性測定装置	34	発光	17、28	分光分析装置(各種)	22	有機薄膜トランジスタ	28
電界放射型走査電子顕微鏡	34	発光材料	28	分子イメージング	38	有機半導体	28
電気泳動チップ	38	発光トランジスタ	15	分子イメージング機器	38	有機光反応	21
電気化学測定装置	22	反射高速電子回折(RHEED)	16	分子吸着	16	有機レーザー	15
電気浸透流ポンプ	38	半導体結晶成長装置	20	分子吸着脱離	16	歪み半導体	16
電気生理実験	18	半導体集積回路技術	18	分子性結晶	15	輸送蛋白質	23
電気特性評価装置	20	半導体光デバイス	27	分子生物学実験機器	24	溶液プロセス	28
電子エネルギーバンド	16	半導体表面	16	分子線結晶成長装置(MBE)	27	らせん	17
電子軌道	16	反応性イオンエッチング装置(ICP-RIE、ECR-RIE、RIE)	27	分子通信	22	らせん高分子	25
電子構造	16	光応答性生体分子	24	分子デバイス	22	ラマン分光	15、16
電子衝撃脱離(ESD)	16	光解離性保護基	21	分子反応	16	リアルタイム細胞機能解析システム	38
電子デバイス	34	光受容蛋白質	23	分子プローブ	38	立体視	16
電子ビーム加熱超高真空蒸着装置	29	光情報伝達機構	23	分取HPLC	21	量子計算機	30
伝導電子の誘起磁性	29	光生物物理学	23	分析器開発	33	量子効果	15、20
デンドリマー	37	光ディスク	35	ベクトル磁化過程	29	量子ドット	35
天然変性蛋白質	23	光電子回折(PED)	16	ペプチド	24	量子もつれ電流	30
糖	21	光電子顕微鏡	16	ペプチド全自動合成装置	25	冷却CCD分光器	27
透過型電子顕微鏡(TEM)	37	光電子分光(PES)	16	偏光検出	18	レーザー結晶化	19
凍結ミクロトーム	25	光パッファメモリ	27	偏光双安定VCSEL	27	レーザー細胞操作	32
動的光散乱装置	23	光半導体スピンデバイス	27	ペンタセン	28	レーザー衝撃力	32
動物細胞	32	光反応装置	21	ベンダブル太陽電池	19	露光装置	38
				放射光	16、29、33	ワイドギャップ半導体	20

教員索引

教員名	ページ番号	教員名	ページ番号
青野 浩之	36	中嶋 琢也	26
足立 秀明	34	中村 雅一	31
荒谷 直樹	28	西山 靖浩	21
安藤 剛	25	野田 俊彦	18
石河 泰明	19	野々口 斐之	26
石墨 淳	15	服部 賢	16
和泉 真	35	林 宏暢	28
稲垣 剛	30	廣田 俊	24
岩田 昇	35	藤井 茉美	19
上沼 睦典	19	藤木 道也	17
浦岡 行治	19	藤原 裕	39
榎本 裕志	36	冬木 隆	20
太田 淳	18	細糸 信好	29
甲斐 照彦	37	細川 陽一郎	32
垣内 喜代三	21	堀田 昌宏	19
片岡 幹雄	23	本田 崇宏	36
片山 健夫	27	松井 文彦	33
香月 浩之	15	松尾 貴史	24
叶井 正樹	38	松原 亮介	31
上久保 裕生	23	森本 積	21
上利 泰幸	39	安原 主馬	22
河合 壯	26	柳 久雄	15
河口 仁司	27	山崎 洋一	23
菊池 純一	22	山下 一郎	34
葛原 大軌	28	山田 容子	28
小島 広孝	31	山中 優	24
小関 英一	38	湯浅 順平	26
後藤 和也	37	余語 克則	37
小林 未明	25	吉井 重雄	34
笹川 清隆	18		
佐藤 敏幸	38		
重城 貴信	21		
鈴木 充朗	28		
太 虎林	24		
大門 寛	16		
高橋 明	35		
高橋 雅也	39		
田口 宗孝	16		
武田 さくら	16		
竹原 宏明	18		
谷原 正夫	25		
谷本 裕樹	21		
田原 圭志朗	22		
寺田 佳世	25		
徳田 崇	18		
冨田 知志	15		
長尾 聡	24		