

## 第3章 物質創成科学研究科

〔2001年10月～2011年3月〕

〈物質創成科学専攻〉

〈連携講座〉

〈寄附講座〉

〔2011年4月～〕

〈物質創成科学専攻〉

〈特定課題研究室〉

〈連携研究室〉

〈寄附研究室〉

## 物質創成科学研究科の沿革

### 【研究科の理念】

物質創成科学研究科では、出身分野にとらわれず向学心あふれる学生を受け入れ、「光ナノサイエンス」に基づく体系的な教育を通して、これからの産業界、学界を先導する優れた技術者、研究者を組織的に養成している。

「光ナノサイエンス」とは光と物質の相互作用を基礎として物質科学をとらえ直したもので、「光で観る」、「光で創る」、「光で伝える」という観点から、物質の仕組みを電子、原子、分子のレベルに立ち返って深く理解し、これに基づいて新しい物質、構造、機能を創り出すことを目指している。

このような教育研究を通じて、物質科学の新しい先端融合領域を切り拓く。その成果は IT 分野、バイオテクノロジー、医療、エネルギー、環境分野、宇宙科学にわたる広範囲な分野で、次世代の産業の創出や未来社会に大きな影響を与える基礎技術を提供し、人類の持続的な発展と幸福な未来社会を支える新しい素材、機能材料の創成に貢献する。

特に博士後期課程では、海外の大学での科学英語研修や海外研究室滞在、自発的提案と自主運営の国際セミナーの開催などを通して、自学・自習の精神を涵養するとともに、新領域を切り拓き国際社会で活躍する研究者の輩出を目指す。

### 【研究科の組織】

本研究科は、1996年に設置され、基幹講座12と連携講座6でスタートした。1998年に設置された物質科学教育研究センターの3領域とは密接に連携した教育研究を行ってきた。2006年にセンター3領域の教員を基幹講座に組み入れてセンターを兼務とすることにより、一層充実した教育研究体制とした。さらに、2007年には助教授の名称を准教授とし、同時に助手層の教育に対するより積極的な貢献を期待して、一定の基準を満たす助手を助教とすることとした。2008年10月には、本研究科初の寄附講座である“濱野準一レーザーバイオナノ科学講座”が設置された。

「光ナノサイエンス」を基盤とする戦略的アウトプット領域として、環境やライフなどの社会的な要請に則した教育研究テーマである「メディカルフォトリックデバイス」を2005年から、「グリーンフォトリック」を2010年からそれぞれ研究科横断組織で推進している。2010年度にはこれらの戦略的アウトプットテーマを推進するために、従来の講座の概念

にとらわれない柔軟な教育研究組織であるスーパー研究グループ (SRG) として、環境フォトリック SRG を上げた。SRG では有能な若手研究者が主体的に教育研究に取り組むことができる環境を整備している。

2011年4月には教育研究組織の改組に合わせて、SRGの4グループを独立の研究室とし、全部で26研究室(連携研究室6と寄附研究室1を含む)体制となっている。

### 【主要行事・プログラム】

本研究科では、2006年から教育プログラム「魅力ある大学院教育」イニシアティブ“物質科学の先端融合領域を担う研究者の育成”を開始し、博士前期・後期課程の有機的連携を目指した $\alpha$ コース(前後期一貫)と $\pi$ コース(前後期独立)を導入した。また、学位取得プロセスの明確化を目指したグループシラバスやスーパーバイザーボード制度を導入した。

2009年からは、カリフォルニア大学デービス校、ポールサバチエ大学、エコールポリテクニクの海外3機関と連携して「国際ネットワークによる若手バイオ物質科学研究者のステップアップ教育プログラム」を開始し、本研究科学生の海外英語研修、海外研究室滞在、国際スーパーバイザーを招聘した研究発表会(年一回、合宿形式、英語で発表・質問、学位の中間審査会を兼ねる)の開催などを通じて語学力の強化と国際感覚の養成を行っている。

また、同じく2009年からは「組織的な大学院教育改革推進プログラム」“新領域を切り拓く光ナノ研究者の養成”を開始し、学生の自学・自習の精神を養うため、提案公募型の国際セミナーの開催支援、競争的研究支援、キャリアパス支援等を行っている。

本研究科最初の海外の研究機関との学術交流協定を韓国光州科学技術院物質理工学研究科と2001年4月に締結し、第1回の合同シンポジウムを2002年3月に韓国光州で開催した。以来毎年交互に訪問する形式で合同シンポジウムを開催し、2010年11月には第10回合同シンポジウムを台湾の国立交通大学も加えて本研究科で開催した。今後は3カ国の合同シンポジウムとして開催することが決まっている。また、長年にわたる本研究科と光州科学技術院との学術交流に対する顕著な貢献に対して、2010年11月に本学名誉博士号が光州科学技術院物質理工学研究科 Do Young Noh 教授に授与された。

(文責 谷原正夫)

## 量子物性科学講座

## 【構成員】(2011年3月現在)

教授 柳久雄

准教授 山本愛士

助教 石墨淳

助教 富田知志

学生 博士後期課程 3名

博士前期課程 14名

## 【講座の沿革】

本講座は、2001年10月時点では、櫛田孝司教授、金光義彦助教授、井上英幸助手の3名のスタッフで構成されていた。2002年3月に櫛田孝司教授が定年退官し、2002年4月に金光義彦が教授に昇進し、山本愛士が助教授として着任した。続いて2002年6月には、石墨淳が助手として着任した。その後、2004年1月に金光義彦教授が、2004年4月には井上英幸助手が転出した。そして2006年4月に柳久雄が教授として、富田知志が助手として着任し、新しい研究室としてスタートし、現在に至っている。

## 【研究内容】

本講座は、2005年までは、ナノメートルサイズの物質が示す特異な光学特性をレーザー分光法を用いて研究してきた。特に半導体のナノ粒子、ナノワイヤー、ナノ薄膜や光機能性イオンをドーピングした半導体ナノ粒子について、量子サイズ効果など電子や正孔の運動が空間的に制限された系での振る舞いについて研究した。高空間分解分光法による単一粒子発光測定や超高速時間分解分光法による高密度励起状態のダイナミクスなど様々な光学的測定手法を用いて研究を行った。

2006年に柳久雄教授が着任し、分子エレクトロニクス、分子フォトニクスおよびメタマテリアルの研究が新たに始まった。両極性有機発光電界効果型トランジスタの開発、 $\pi$ 共役系オリゴマー結晶や有機分子低次元構造による誘導共鳴ラマンレーザーの実現および遅延蛍光などの協同的現象のメカニズム解明に取り組んでいる。また、カーボンナノチューブ(ナノファイバー)複合体を用いた高輝度フィールドエミッション素子の開発を行っている。さらに、一次元金属/絶縁体多層膜などのメタマテリアルの作製と機能実現を目指し、研究を推進している。

## 【研究成果】

(1) Structural and luminescence properties of Eu-doped ZnO nanorods fabricated by a microemulsion method, A. Ishizumi and Y.

- Kanemitsu, Appl. Phys. Lett. **86** (2005) 253106.  
 (2) Luminescence spectra and dynamics of Mn-doped CdS core/shell nanocrystals, A. Ishizumi and Y. Kanemitsu, Adv. Mater. **18** (2006) 1083.  
 (3) Photoluminescence Dynamics of GaN under Band-to-Band and Exciton Resonant Excitation, T. Nagai, A. Yamamoto, and Y. Kanemitsu, Phys. Rev. B **71** (2005) 121201(R).  
 (4) Side electron emission device using carbon nanofiber/elastomer composite sheet, H. Nakamura, H. Yanagi, T. Kita, A. Magario, and T. Noguchi Appl. Phys. Lett. **92** (2008) 243302.  
 (5) Dye-doped polymer microring laser coupled with stimulated resonant Raman scattering, H. Yanagi, R. Takeaki, S. Tomita, A. Ishizumi, F. Sasaki, K. Yamashita, and K. Oe, Appl. Phys. Lett. **95** (2009) 033306.  
 (6) Resonant photon transport through metal-insulator-metal multilayers consisting of Ag and SiO<sub>2</sub>, M. Yoshida, S. Tomita, H. Yanagi, and S. Hayashi, Phys. Rev. B **82** (2010) 045410.  
 (7) A comparative study of photoluminescence of Zn-polar and O-polar faces in single crystal ZnO using moment analysis, A. Yamamoto, Y. Moriwaki, K. Hattori, and H. Yanagi, Appl. Phys. Lett. **98** (2011) 061907.

## 受賞

第5回(2011年)日本物理学会若手奨励賞(石墨淳)



(文責 山本愛士)

## 凝縮系物性学講座

### 【構成員】(2011年3月現在)

教授 大門 寛  
 准教授 服部 賢  
 助教 武田 さくら  
 助教 松井 文彦  
 特任助教 酒井 智香子  
 特任助教 橋本 美絵  
 研究員 松田 博之、野尻 秀夫  
 学生 博士後期課程 2名  
       博士前期課程 15名  
 秘書 嶋田 浩子

### 【研究内容】

ナノサイズになると、物質は特異な性質を持つ。それらは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制御して構築できる。当講座ではそのような表面ナノ新物質を超高真空下において作製し、独自に開発した二次元光電子分光、高分解能紫外光電子分光、反射高速電子回折、低速電子回折、走査トンネル顕微鏡、走査電子顕微鏡、オージェ電子分光、表面電気伝導度測定、表面磁気光学カー効果、フォトルミネッセンス測定、昇温脱離測定などの超高真空中での計測手法を用いて、電子状態や原子構造を詳しく解析し、物性研究や表面機能性の探求を行っている。同時に電子状態や原子構造の第一原理計算も行っている。

多くの超高真空装置が超高真空搬送路で接続されており、世界最大の複合評価システムを形成している。また、放射光施設 SPring-8 (BL25SU, BL07LSU) や立命館大学 SR センター (BL-7) にも独自に開発した表示型分析器 (DIANA や DELMA) を設置し、立体原子顕微鏡観察・局所電子状態解析・三次元バンドマッピングなどを行っている。

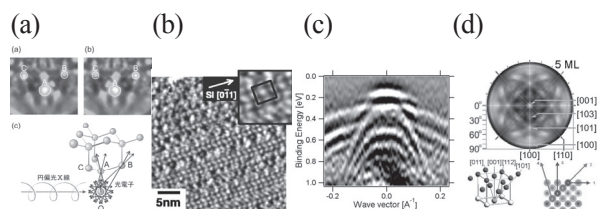


図1 (a)原子立体写真、(b)鉄シリサイドSTM、(c)ホールサブバンド分散、(d)原子層分解磁気構造。

### 学会活動

大門：日本物理学会領域9代表、日本表面科学会理事及び関西支部長、日本放射光学会評議員、放射光表面科学部会部会長、顕微ナノ材料科学研究会代表、

SSNS 組織委員長、国際電子分光会顧問など、服部：日本物理学会領域9 運営委員、日本表面科学会関西支部庶務幹事など、武田：JSPS 日独先端科学シンポジウム物理プログラム運営委員(2004-2005)など、松井：日本物理学会領域9 運営委員など

### 開催会議等

国際会議：電子分光国際会議 ICES-11 (2009)、表面ナノ科学シンポ SSNS (3回)、セミナー・研究会：関西薄膜表面物理(2回)、吸着分子の分光(2004)、放射光表面・顕微ナノシンポ(2回)など。

### 外部資金

大門：特別推進(1998-2001)、三菱財団(2002)、JST-CREST(2002-2007)、基盤(S)(2008-2012)、服部：旭硝子(2009-2010)、基盤(C)(2009-2011)、武田：STARC(2008-2010)など

### 【研究成果】

#### 主な論文

H. Daimon, Phys. Rev. Lett. 86(2001)2034.  
 K. Kataoka, K. Hattori et al., Phys. Rev. B74(2006)155406.  
 S.N. Takeda et al., Phys. Rev. Lett. 94(2005)037401.  
 F. Matsui et al., Phys. Rev. Lett. 100(2008)207201. など77報

#### 主な受賞

市村学術功績賞(2002 大門)、応用物理学会講演奨励賞(2003 武田)、日本物理学会若手奨励賞(2007 武田)、文部科学大臣表彰「科学技術賞」(研究部門)(2008 大門、松井)、日本物理学会若手奨励賞(2009 松井)、金属学会「まてりあ論文賞」(2009 大門、松井)、日本表面科学会「学会賞」(2010 大門)など

### 【学生】

2002(第5期)~2010(第13期)(括弧は女子)



図2 集合写真(2010年8月)

博士前期課程入学者 67(9)名、修了者 60(6)名  
 博士後期課程進学・入学者 11(3)名、博士学位取得者 11(4)名、単位認定退学者 3(0)名

(文責 服部賢、大門寛)



## 複雑系解析学講座

### 【構成員】(2011年3月現在)

教授 相原 正樹

准教授 高橋 聡

助教 稲垣 剛

助教 重城 貴信

学生 博士後期課程 4名

博士前期課程 15名

### 【研究内容】

本講座では、光誘起相転移など、強いレーザー光励起により創成された新物質相の理論的研究を行っている。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」として光に着目して研究を進めてきた。それによって、光励起前の基底状態では隠れていた新物性が次第に明らかになり、全く新しいタイプの光デバイスの可能性を開かれつつある。強相関電子系における光物性

銅酸化物などの低次元強相関物質においては、半導体中とは全く異なる電子の振る舞いによって、高温超伝導などの興味深い現象が生ずることが知られている。強相関電子材料を光励起すると、巨大かつ超高速な非線形光学応答や光誘起相転移などの特異な光学現象が発現する。本講座では、低次元強相関物質における過渡的非線形光学応答や、光誘起超伝導、光誘起絶縁体金属転移などの光誘起相転移を高性能並列コンピュータを用いて理論的に研究を行っている。

### 半導体中の高密度励起子系

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準粒子状態で、低密度ではボーズ粒子として振舞う。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性質が顔を出す。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あるが、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る。本講座では、励起子ボーズ凝縮相と電子正孔BCS相とのクロスオーバーや、励起子超流動系の非線形光学応答に関する研究を行っている。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る。

### 【研究成果】

半導体中の高密度励起子系の研究に関しては、1999年に光物性分野で最も権威のある国際会議 International Conference on Luminescence (第12回)で稲垣が若手研究者賞を受賞したが、2001年以後はその成果を更に発展させてアメリカ物理学会の機関誌などにその成果を掲載した(Phys. Rev. B **65**, 205204 (2002)など)。これは、高密度励起子系における多励起子状態と電子正孔BCS状態のクロスオーバーの様相を、光スペクトルの励起子密度依存性の解析により世界で初めて明らかにしたものである。電子正孔BCS状態を実験的に見出すことが東大の五神グループなどにより試みられたが、我々のグループの解析により、電子正孔BCS状態の形成には電子とホールの有効質量異方性の差異が本質的に重要であることが示された(J. Phys. Soc. Jpn. **74**, 1745 (2005)など)。

光励起された低次元強相関電子系の研究に関しては、当講座発足当時はまだ手つかずの状態であった光誘起超伝導の理論的研究に世界に先駆けて取り組んだ。強相関電子系と非平衡超伝導の二つの未解決課題が絡んだ難問ではあったが、光によるキャリアドーピングによって超伝導状態が生ずる可能性を強く示唆する結果が得られた。強相関電子系においては、電子の電荷とスピンの自由度が分離することが指摘され大きな論争となったが、我々はパルス光励起による過渡的光学応答に着目することにより、電荷とスピンの異なる時間変化をすることを初めて明確に示し(Phys. Rev. Lett. **89**, 206402(2002))、更にそれが過渡的四光波混合の手法を用いることにより実際に観測し得ることを示した(Phys. Rev. B **69**, 75116(2004))。また、2次元モット絶縁体の光吸収スペクトルや非線形光学応答が解析され、最近では2次元電荷秩序系における光誘起絶縁体金属転移の様相が初めて理論的に明らかにされた。以上の結果は、第14回 International Conference on Luminescence で高橋が招待講演を行い、International Conference on New Theories, Discoveries, and Applications of Superconductors や Gordon Conference で相原が招待講演を行った。

更に当講座では、量子統計力学の手法による量子情報における量子ビットの位相緩和に関する研究を、山梨大学の内山智香子教授、東京大学の宮下精二教授、筑波大学の舛本泰章教授らと共同で行っている。

(文責 相原正樹)

## 高分子創成科学講座

### 【構成員】(2011年3月現在)

教授 藤木道也

研究員 1名

学生 博士後期課程 1名

博士前期課程 6名

### 【研究内容】

2002年3月本研究科ならびに本講座の基礎を築かれた今西幸男教授が退官され、名誉教授になられた。後任として2002年5月1日付で日本電信電話(株)より藤木道也が着任した。その後着任する内藤昌信(東工大)、郭起燮(京大)、尾之内久成(名大)助手(のちに助教に改称)とともに、高分子物理・高分子化学・高分子材料加工の観点に立ち「光ナノサイエンス」を基調にしたシグマ共役高分子(ポリシラン)、パイ共役高分子(ポリアセチレン、ポリフルオレン、ポリチオペン)、フタロシアニン超分子、炭素ナノチューブ(CNT)などの光・電子機能共役高分子を中心とした教育・研究活動を推進し、多大な成果をあげることができた。また今西が長年推進してきた海洋生物付着防止の防汚高分子材料研究も継続した。

一方野村琴広助教授(のちに准教授に改称)は、有機金属化学・触媒化学を基盤に、オレフィンの精密重合に高性能を発揮するTiやV錯体触媒を設計・創成し、それまで不可能であった種々のポリオレフィン系単重合体・共重合体の分子量・分子量分布・共重合組成の精密制御に成功し、精密重合化学が大きく進展した。

この10年間に、博士前期課程学生83人、博士学位授与者7人を世の中に送り出した。

これらの教育・研究を推進するにあたり、以下に示す多くの外部資金を研究代表者として援助を受けた。

**藤木:** 科研費(基盤A1件、基盤B1件、(挑戦的)萌芽2件、特別研究員奨励費1件、特定領域研究1件)、JST-CREST1件、財団助成2件など、**野村:** 科研費(基盤B3件、(挑戦的)萌芽3件、若手(奨励)研究2件、特定領域研究1件、特別研究員奨励費9件)、財団助成8件、その他助成金48件など)、**内藤:** JST(さきがけ)1件、NEDO(若手)1件、科研費(若手B2件、(挑戦的)萌芽1件)、財団助成4件など、**郭:** 科研費(萌芽1件)、**尾之内:** JST1件、財団1件。

### 【主たる研究成果】

- ・フッ化アルキルポリシランにおける微弱なC-F/Si相互作用(0.001 Kcal/mol)の存在を見いだした。
- ・置換ジフェニルポリジアセチレンの精密分子設計により、液晶性、感熱応答発光性を見いだした。

- ・マイカ表面における高分子鎖の相転移(垂直配向・ロッド-サークル、ナノサークル)を見いだした。
- ・側鎖と中心金属の最適化による光電子機能フタロシアニン超分子ポリマーの創成に成功した。
- ・テルペン類(不斉誘起溶媒)とアキラル共役ポリマーとから円偏光発光性ポリマー凝集体が生成した。
- ・Si/Ge 架橋高分子の熱分解により可視・近赤外域の広範囲なバンドギャップ制御に成功した、
- ・ポリシランによるCNTラッピング可溶化に成功した。
- ・海洋生物付着防止高分子材料研究が大きく進展した。
- ・オレフィン重合触媒に最適な非架橋ハーフメタロセン型Ti錯体に関する触媒設計概念(配位子の自由回転、電子・立体効果による反応制御)を実証した。
- ・高性能オレフィン重合や環状オレフィンメタセシス重合を可能にする5価V分子触媒の設計と創成・構造決定に成功した。
- ・Mo、Ru錯体触媒を用いたオレフィンメタセシス重合による狭分子量分布の糖鎖ポリマーや光電特性に優れた共役高分子の精密合成手法を確立した。

### 【受賞関係など】

**今西:** 2003年王立スウェーデン工学アカデミー外国人会員(スウェーデン)。**藤木:** 2006年11th C.E. Reed Lecture Award(米国)。**野村:** 2001年触媒学会・学会賞、2006年Lady Davis Visiting Professor Award(イスラエル)、**内藤:** 2007年日化第87春季年会・優秀講演賞、2008年NEDO助成事業(若手研究 Grant) 成功事例30選選出、2008年平成19年度高分子研究奨励賞(高分子学会)、2009年第55回高分子研究発表会YS講演賞(高分子学会関西支部)。**藤木、野村、内藤**はこの間の成果に対しそれぞれ2008年NAIST学術賞、2010年NAIST学術賞、2011年NAIST学術奨励賞を受賞。**学生:** ポスター賞(国内学会6件、国際学会5件)、日本学術振興会特別研究員(DC1)採用2件。



(文責 藤木道也)

## 光機能素子科学講座

### 【構成員】(2011年3月現在)

教授 太田 淳  
 准教授 徳田 崇  
 助教 笹川 清隆  
 助教 野田 俊彦  
 研究員 6名  
 学生 博士後期課程 4名  
       博士前期課程 14名

### 【講座沿革】

**第1期:1998~2003年度** 1998年4月に、布下正宏教授(当時、現在本学名誉教授)と太田 淳(当時助教)の2名の教員と研究科1期生である博士前期課程1年生6名でスタートした。1999年に徳田崇氏、2000年に香川景一郎氏が助手に赴任し講座として教員体制が完備した。

**第2期:2004~2007年度** 2004年10月太田が教授に昇進し、講座は教授2名、助手2名の新体制となる。その後2007年10月香川助教(当時、現 静大准教授)が阪大へ特任准教授として移籍、2008年3月末に布下教授が定年退職し講座は一つの節目を迎えた。

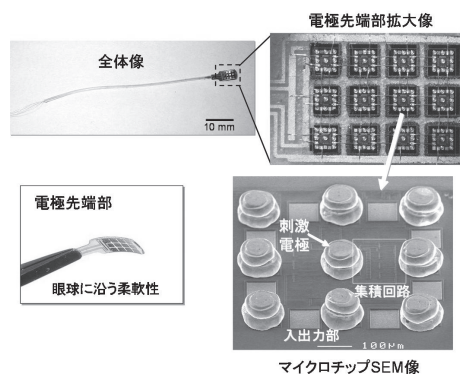
**第3期:2008年度~現在** 2008年4月に徳田助教が准教授に昇進、本講座2期生でNICT専攻研究員笹川清隆氏が助教に赴任。翌年4月野田俊彦氏が豊橋技術科学大より特任助教に赴任、同年8月に助教となり現在の体制となる。講座発足以来前期課程83名、後期課程15名(含む社会人DC)の修了生を輩出した。

### 【研究内容】

**第1期:**①SiGeC結晶成長、②非線形光学デバイス、③ビジョンチップが進められた。科研費は②が基盤(B)、③が基盤(C)、(B)、特定領域(A)2回を獲得した。2001年度から現在の講座の基礎となる人工視覚の研究がNEDO及び厚生科研費のもとで阪大医学部眼科と(株)ニデックとのコンソーシアムとしてスタート、③はSCOPEによる光無線関係研究、JST育成研究によるオプトナビ研究が行われた。

**第2期:**第2期は現在のメインテーマであるバイオメディカルデバイスを本格的に開始した時期である。第1期から始まった人工視覚と共に現在の研究テーマである埋植デバイスは、バイオサイエンス研究科塩坂教授との共同で2004年度からSTARC、2007年度から基盤(A)により行われた。徳田助教(当時)がNEDO産業技術研究助成、萌芽を獲得した。その他①の関係で基盤(B)が布下教授、②の関係で若手研究(A)が徳田助教のもと実施された。

**第3期:**人工視覚やin vivoセンサなど本格的なバイオメディカルデバイス推進時期となり、太田が研究代表として2007年CREST、2008年文科省脳プロ、徳田准教授が2010年さきがけに採択された。徳田准教授による若手研究(A)、笹川助教による若手研究(A)、SCOPEが実施され、さらに偏光センサの研究が反応制御科学講座との共同で開始した。



人工視覚デバイス。

「応用物理」2007年12月号表紙を飾る。

### 【研究成果】

代表的論文:

- J. Ohta *et al.*, IEEE Trans. ED. **50**, 166, 2003.
- K. Kagawa *et al.*, IEEE Select. Topics QE. **10**, 816, 2004.
- T. Furumiya *et al.*, Biosen. Bioelectron. **21**, 1059, 2006.
- J. Ohta *et al.*, IEEE Eng. Med. Biol. Mag. **25**, 47, 2006.
- D.C. Ng *et al.*, J. Neurosci. Method **156**, 23, 2006.
- T. Tokuda *et al.*, IEEE Trans. Biocas **3**, 259, 2009.
- T. Tokuda *et al.*, IEEE Trans. ED. **56**, 2577, 2009.
- A. Tagawa *et al.*, Jpn. J. Appl. Phys. **48**, 04C195, 2009
- T. Tokuda *et al.*, IEEE Trans. Biocas **4** 445, 2010.

受賞: 応用物理学会林厳賞、映情学会丹羽高柳賞論文賞、生体・生理工学シンポジウム研究奨励賞、真空技術賞、日本光学会光学論文賞、応用物理学会講演奨励賞、LSI IPデザイン・アワード他。



(文責 太田 淳)



## 情報機能素子科学講座

### 【構成員】(2011年3月現在)

教授 浦岡行治  
 准教授 石河泰明  
 助教 西田貴司  
 助教 堀田昌宏  
 特任助教 上沼睦典  
 特任助教 鄭 彬  
 研究員 1名  
 学生 博士後期課程 6名  
 博士前期課程 14名

### 【研究内容】

(1) 生体超分子援用フロンティアプロセスによる高機能化ナノシステム(戦略的創造研究推進事業 JST-CREST)

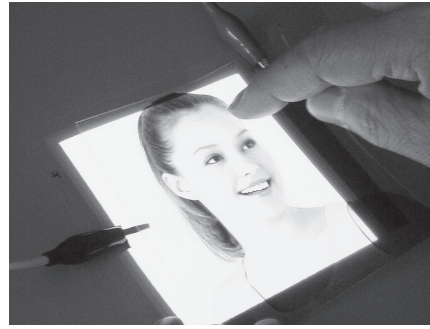
生体超分子は、サイズ均一性、自己組織化能力など優れた特性を有している。DNA 情報に基づいて形成された様々な生体超分子に、自己組織化機能を持たせるための分子設計を施し、半導体などの基板上に一次元、二次元、三次元に配列したナノ構造物を形成して機能を発現させる。さらに、自己組織化の素過程を徹底的に解明すると同時に、このコンセプトに基づく様々な高度情報素子(スイッチング素子、メモリ、バイオセンサー、MEMS 質量センサー)への応用を検討する。

(2) グリーンレーザを用いた半導体薄膜の結晶化とそのデバイス応用(科研費基盤研究(A))

三次元シリコン薄膜やファイバー上の薄膜にグリーンレーザを照射し結晶化することで、高品質シリコン薄膜を形成。薄膜トランジスタや薄膜ホトダイオードに応用することで、次世代情報端末システムオンパネルの実現を目指す。

(3) 無機 EL 蛍光体を用いたフレキシブルディスプレイの研究(科研費基盤研究(B))

硫化硫黄(ZnS)蛍光体を印刷プロセスによりプラスチック基板上に塗布し、無機ELディスプレイを作製する。マイクロ波照射、急速加熱により、高輝度、低電圧駆動を狙う。さらに、酸化亜鉛(ZnO)など酸化物半導体を用いて高性能薄膜トランジスタを作製する。無機EL蛍光体と酸化物薄膜スイッチの組み合わせによって、次世代フレキシブルディスプレイの実現を図る。



### 【研究成果】

- B. Zheng et al, "Construction of a ferritin dimer by breaking its symmetry" *Nanotechnology* **21** (2010) 445602 .
- Emi Machida et al, "Characterization of local electrical properties of polycrystalline silicon thin films and hydrogen termination effect by conductive atomic force microscopy", *Appl. Phys. Lett.* **94**, 182104 ,2009.
- K.Ohara et al, "Floating gate memory with biomineralized nanodots embedded in High-k gate dielectric", *Applied physics Express*, **2**, 095001, 2009.
- M.Uenuma et al, "Resistive random access memory utilizing ferritin protein with Pt nano particle", *Nanotechnology*, **22**, 215201(2011)

### 【受賞】

堀田昌宏：応用物理学会講演奨励賞  
 藤井菜美：SSDM2010 Young Researcher Award  
 小原孝介：IMFEDK2009 Student Paper Award  
 東條陽介：IMFEDK2010 Student Paper Award  
 浦岡行治：応用物理優秀論文賞  
 川村悠実：IMFEDK2011 Student Paper Award  
 柿原康弘：IMFEDK2011 Student Paper Award

### 【著書】

低温ポリシリコン薄膜トランジスタの開発—システムオンパネルをめざして—CMC 出版 浦岡行治監修



(文責 浦岡行治)



## 旧 演算・記憶素子科学講座

### 【構成員】(2009年3月現在)

教授 塩寄 忠

准教授 内山 潔

助教 西田 貴司

助教 武田 博明

学生 博士後期課程 4名

博士前期課程 13名

### 【研究内容】

次世代の新しい電子・光デバイスを実現するため、物質の原子・分子レベルでの構造解析や電子・光・フォノン物性の解明にもとづいて、新物質や新素子構造を探索し、デバイスの特性向上や新機能の創成するべく研究を進めてきた。それとともに、国内外の研究機関・企業とも積極的に交流し、最先端科学技術の教育と研究はもとより、国際的かつ開拓的で実行力のある指導者としての研鑽を行い、真に世界に通用する人材と研究成果を社会に送り出す文化学術研究の卓越的中心の一つとなることを目標として掲げてきた。

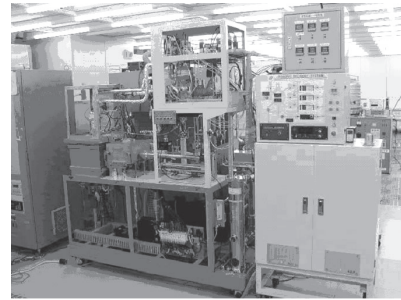
そのような、大きな目標の下、実用性が高く、新しい電子・光学材料の創成から物性、機能、応用までにいたる幅広い材料研究を行ってきた。当講座では、液体原料供給 MOCVD 薄膜堆積装置、多元同時スパッタリング薄膜堆積装置、高周波加熱型単結晶引上装置(CZ)、超高温焼成電気炉、電子ビーム加工装置、マイクロ波デバイス測定装置など、最先端の材料作製・評価機器を備え、これらを活用しつつ、化学的、物理的な新規手法を縦横に駆使してこれまでにない高品質な単結晶やセラミックス、薄膜、さらにはナノ構造を合成し、次世代の高機能デバイスへの展開を図ってきた。代表的に研究例を下記に挙げる。

- ・不揮発、高速、超低消費電力の究極の大規模メモリ素子 FeRAM を可能とする強誘電体薄膜、ナノ結晶の創成と評価
- ・燃料電池の高効率化、高容量化、軽量化を実現する新しい電極・触媒材料の探索、物性解明と形成法の開発
- ・次世代の情報通信端末に向け、超高周波集積回路デバイスの高機能化を目的とした高品質誘電体膜の多層・微細構造の作製と評価
- ・超音波、圧電効果、電気光学効果等を用いた信号処理、センサー、アクチュエータ、マイクロマシンング(MEMS)、光情報処理を目的とする新しい圧電結

晶やナノ構造の創成と物性評価

- ・環境調和を目指した非鉛系高性能正温度係数抵抗素子用および圧電素子用セラミックスの開発

これらの研究によって、今後の発展が予想されるグリーンマテリアル、つまり環境適合材料やエネルギー関連材料の最先端の成果が得られたため、国際集積強誘電体会議 (ISIF)、国際強誘電体会議 (IMF)、国際電気電子学会超音波・強誘電体・周波数制御会議 (IEEE UFFC) などの著名な学会にて、多数の講演や招待講演を行うに至っている。



### 【研究成果】

- ・ "Angular Dependence of Spin-Valves Using Antiferromagnetic Epitaxial YFeO<sub>3</sub>", J. Mag. Soc. Jpn., 24, pp.559-562, 2000.
- ・ "Fabrication of Perovskite Manganite (La,Sr)MnO<sub>3</sub> Thin Films by Chemical Solution Deposition and Their Low-field Magnetoresistance Properties at Room Temperature", Jpn. J. Appl. Phys., 40, pp.6821-6824, 2001.
- ・ "Synthesis and Ferroelectric Properties of MO<sub>5</sub>Bi<sub>2</sub>.5Ta<sub>209</sub> (M=Na,K) Ceramics", J. Ceram. Soc. Japan, 110, pp.255-258, 2002.
- ・ "Fabrication of PZT Thin Films by Liquid Delivery MOCVD with Conventional Multi-Sources and A Novel Cocktail Source", Ferroelectrics, 293, pp.69-88, 2003.
- ・ 「電気電子材料」、単著、共立出版(株)、1999.



(文責 西田貴司)

## 微細素子科学講座

### 【構成員】(2011年3月現在)

教授 冬木 隆  
 助教 畑山 智亮  
 助教 矢野 裕司  
 研究員 1名  
 学生 博士後期課程 5名  
       博士前期課程 14名

### 【研究内容】

低炭素社会実現のための最重要課題として“クリーンエネルギー創成”と“エネルギーの高効率利用”がある。インフラシステムを構築するための基盤素子として“エネルギーエレクトロニクス”デバイスの開発が焦点の課題となっている。本研究室では、シリコン(Si)やワイドギャップ半導体シリコンカーバイド(SiC)を取り上げ、

1. 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、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本の柱として、教育・研究を行っている。具体的には次の3つの課題を中心に上げてきた。

#### [1] 極微構造の作製と量子物性の発現・機能化

フォトリソグラフィを用いた微細加工法に加えて、バイオ分子の自己組織化を用いた「バイオナノプロセス」というボトムアップ手法による極微構造形成法をSiのナノデバイスに応用しメモリー機能を世界で初めて実現した。

#### [2] 高効率Si太陽電池の新規作製プロセス開発

次世代クリーンエネルギーのホープである結晶系Si太陽電池のマスプロダクションプロセスの開発と機能評価の研究を行っている。レーザーを用いた室温不純物ドーピング技術は産学連携研究が進んでいる。エレクトロルミネッセンスを用いた太陽電池の2次元画像化評価法は、簡便に太陽電池の機能解析や故障診断に使用できる画期的な方法として注目され、世界の企業で実用的に使用されている。

#### [3] ワイドギャップ半導体SiCの電力デバイス展開

パワーデバイスとして展開が期待されているSiCの微細加工と界面改質に新しい技術を提案した。高品位界面を実現したことは応用上も有意義である。

これらの研究における長年の成果により、文部科学省最先端研究開発支援プログラムや新エネルギー・産業技術総合開発機構(NEDO)などの国家プロジェクトに採択され研究活動が継続的に実施されると同時に、一般企業との共同研究も多い。

### 【研究成果】

研究領域 [1] Si極微構造形成と量子デバイス:

[1] "Floating Nanodot Gate Memory Devices Based on Biomineralized Inorganic Nanodot Array as A Storage Node" A. Miura, et.al., Jpn. J. Appl. Phys. Vol.45 No.01, pp.L1 - L3, 2006.

[2]"Study of low-temperature crystallization of amorphous Si film obtained using ferritin with Ni nanoparticles" H. Kirimura, et.al., Appl. Phys. Lett, 86, 262106, 2005.

研究領域 [2] 高効率Si太陽電池:

[3] "Photographic surveying of minority carrier diffusion length in polycrystalline silicon solar cells by electroluminescence" T. Fuyuki et.al, Appl. Phys. Lett, 86, 262108, 2005.

[4] "Electrical Properties of p-type and n-type Doped Inverse Silicon Opals - Towards Optically Amplified Silicon Solar Cells" T. Suezaki et.al., Appl. Phys. Lett., Vol.96, No.24, pp.242102/1-3 (2010).

研究領域 [3] ワイドギャップ半導体SiC:

[5] "Improved Inversion Channel Mobility in 4H-SiC MOSFETs on Si face Utilizing Phosphorus-Doped Gate Oxide" D. Okamoto et.al., IEEE Electron Device Lett., Vol.31, No.7, pp.710-712 (2010).

[6]"Removal of Near-Interface Traps at SiO<sub>2</sub>/4H-SiC (0001) Interfaces by Phosphorus Incorporation" D. Okamoto et.al., Appl. Phys. Lett., Vol.96, No.20, 203508/1-3 (2010).

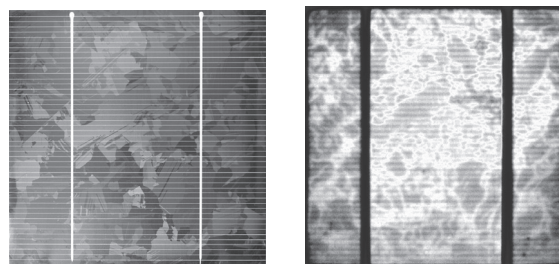
2009年応用物理学会フェロー賞を「非熱平衡状態活用半導体プロセスの開発と電子デバイスへの応用」の業績により冬木隆が受賞した。

主要な技術は特許出願を行っている。

1. バイオ超分子を用いたボトムアップ微細構造形成技術 特許出願 2004-78756 (平成17年9月29日)

2. 結晶性シリコン薄膜の新規作成技術と薄膜トランジスタへの応用 特許出願 2006-77157 (平成18年3月20日)

3. エレクトロルミネッセンスを用いた結晶系シリコン太陽電池の評価方法 特許出願 2006-547955 (平成17年11月29日)



太陽電池光電変換機能の2次元画像解析

(文責 冬木 隆)

## 反応制御科学講座

### 【構成員】(2011年3月現在)

教授 垣内 喜代三  
 准教授 森本 積  
 助教 谷本 裕樹  
 研究員 西山 靖浩博士 他受託研究員1名  
 学生 博士後期課程 9名  
 博士前期課程 8名

### 【研究内容】

講座創設以来、“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、高分子化合物の合成と評価、高機能性錯体の合成と新しい触媒反応の開発に関する研究を行った。

#### ①抗ガン活性タキソールの全合成研究

[2+2]光反応で入手用意なシクロブチルケトンの骨格再編成を巧みに利用して、抗ガン治療に用いられているタキソールの全合成研究を行い、複雑な4環性骨格のABC環部の構築を達成した。

#### ②高度に構造制御された高分子化合物の合成と評価

中野前助教授は、ビニルポリマーの新規な「 $\pi$ -タック型」構造を有する高分子の精密合成法を開発し、従来の主鎖共役型高分子とは異なる特性を発現する光電子材料としての応用研究を展開した。

#### ③一酸化炭素を用いないカルボニル化法の創成

森本准教授は、精密化学品合成の重要な反応であるカルボニル化反応を、一酸化炭素を用いず、取扱いやすいアルデヒドに代替した手法を開発した。水中反応、不斉反応などの数々の触媒反応に展開した。

#### ④不飽和炭化水素-パラジウム・白金錯体の新規合成

堤健前助教は、不飽和炭化水素と金属との表面触媒反応のモデルとして、アセチレンやアレン類を配位子とする新規なパラジウム・白金錯体を合成し、その物性を解明するとともに触媒反応に展開した。

#### ⑤不斉[2+2]光付加環化反応の開発

タキソール合成にも利用した環状エノンの[2+2]光反応への不斉導入として、芳香族メントール化合物をキラル補助基として用いた。最高96%の選択性を達成するとともに、この手法は、ポリマー担体によるリサイクル化、水中不斉光反応、さらにはマイクロリアクターへ展開し、現在は光機能素子科学講座と一緒にデバイス作製を行っている。

#### ⑥新しい光解離性保護基の創成

情報科学研究科の依頼でスタートした新しい光解離性保護基の開発研究は、極めて高い発光性化合物

に変換されるチオクロモン誘導体を見出してから大いに加速し、様々な官能基に適用できるようになった。

#### ⑦曲面共役パイ電子系化合物とゲルマペリサイクレン

CREST 分担研究者として、sp-sp<sup>2</sup>炭素を通して拡張した混合混成型共役パイ電子系化合物の合成と、Ge原子とアセチレンが交互に結合した環状のゲルマペリサイクレンの創成を行った。

#### ⑧その他の生理活性化合物の合成研究など

同志社女子大教授として転出したセンター白井隆一准教授の博士学生を受け入れ、また加川夏子前助教とともに、生理活性天然物の全合成研究、有機触媒の創成、新しいPET診断薬やシリカ担体の新合成法、インドール類のワンポット合成を達成した。

### 【研究成果】(代表的なもの)

- ①Tetrahedron Lett. (2003); Tetrahedron (2008).
  - ②J. Am. Chem. Soc. (2003); Angew. Chem. (2009).
  - ③J. Am. Chem. Soc. (2002); J. Org. Chem. (2010).
  - ④Organometallics (2003); Eur. J. Inorg. C. (2010).
  - ⑤Chirality (2003); Chem. Eur. J. (2010).
  - ⑥Chem. Commun. (2008); 国際出願 PCT (2009).
  - ⑦Chem. Lett. (2006); 特願 2004.
  - ⑧Org. Lett. (2006); Adv. Synth. Catal. (2008).
- 中野環：さきがけ研究者、高分子学会賞  
 森本積：有機合成化学協会関西支部賞  
 山内千明：49回 TEAC ベストプレゼンテーション賞  
 池田圭一：C&FC2009 Best Poster Award  
 谷本裕樹：2010 有機合成化学協会研究企画賞

### 【修了生】

この10年間で修士64名、博士28名に世に送りだした。それぞれの場所でトップランナーであることを期待している。残念ながら4期生の鈴木洋臣君は2002年12月に病で逝去した。痛恨の極みである。



2010年5月新歓コンパ (池のほとりにて)

(文責 垣内喜代三)



## バイオミメティック科学講座

### 【構成員】(2011年3月現在)

教授 菊池純一

准教授 池田篤志

助教 安原主馬

研究員 2名

学生 博士後期課程 4名

博士前期課程 13名

### 【研究内容】

当講座は、生物の精緻な構造や優れた機能を規範にして、生体系に学び、生体系を超えるサイエンスの開拓を目指して研究を行っている。多岐にわたる生体機能のうちで、当講座では特に生体膜が関与する諸現象に焦点をあててオリジナリティの高い研究を心がけており、現在までに以下のような成果を得ている。

#### (1) NAIST 生まれの人工細胞膜“セラソーム”の進化

有機-無機ナノハイブリッドの概念を取り入れて当講座の第一期生が開発した高強度の人工細胞膜セラソームは、ナノテク分野の新物質として、今では事典にも掲載されるほどの地位を築いている。セラソームを用いることで、従来の人工細胞膜の既成概念を打ち破る様々な成果が得られており、幅広い分野に適用可能な機能性新材料としての可能性を現在も探索中である。例えば、電子材料分野で利用されている無電解めっき技術をセラソームに適用することで、ナノメートルレベルの金属超薄膜の鍍を纏ったセラソームが開発されており、有機-無機-金属ナノハイブリッド材料への展開が期待されている。また、カプセル構造をもつセラソームに加えて、ナノディスク構造からなるハイブリッド人工細胞膜も最近開発され、新しいセラソームファミリーが進化しながら増殖中である。

#### (2) 人工細胞膜の医療材料への展開

遺伝子治療や再生医療のための基盤技術である標的細胞への遺伝子導入において、セラソームが細胞にやさしい高効率の非ウイルスベクターとして利用できることが明らかになった。また、フラワーレンを集積した人工細胞膜は、DNAの光切断反応に効果を示し、光線力学療法によるガン治療等への展開が期待されている。さらに、製薬企業と共同で、人工細胞膜を用いる新しい薬物運搬システムの実用化研究も進んでいる。

#### (3) 物質、バイオ、情報分野の融合研究

物質科学と生命科学の融合領域開拓を目指して、

当講座で展開してきた分子デバイスとしての人工シグナル伝達系の研究は大きく進展し、最近では情報科学分野も取り込んで、分子通信という近未来の新しい情報通信パラダイムを開拓する研究へと膨らんでいる。

これらの研究は、種々の科学研究費補助金等による助成のもとで行われており、また様々な企業との共同研究としても推進している。

### 【研究成果】

最近 10 年間の主な研究成果は以下のとおりである：論文, 85 報；総説, 17 編；著書（分担執筆）, 15 冊；特許, 23 件。

例えば、

1. Microscopy & Micro/Nano Imaging Techniques: TEM, J. Kikuchi and K. Yasuhara, in “*Supramolecular Chemistry: From Molecules to Nanomaterials*”, P. A. Gale and J. W. Steed, eds., John Wiley & Sons, Chichester, in press.
2. An Extremely Effective DNA-Photocleavage utilizing Functionalized Liposomes with Fullerene-enriched Lipid Bilayer, A. Ikeda, Y. Doi, M. Hashizume, J. Kikuchi, and T. Konishi, *J. Am. Chem. Soc.*, **129**, 4140-4141 (2007).
3. Cerasome as an Infusible and Cell-Friendly Gene Carrier: Synthesis of Cerasome-forming Lipids and Transfection using Cerasome, Y. Sasaki, K. Matsui, Y. Aoyama, and J. Kikuchi, *Nature Protocols*, **1**, 1227-1234 (2006).
4. セラソーム, 菊池純一, 片桐清文, “ナノテクノロジー大事典”, 川合知二監修, 工業調査会 (2003), pp. 691-698.
5. Layered Paving of Vesicular Nanoparticles Formed with Cerasome as a Bioinspired Organic-Inorganic Hybrid, K. Katagiri, R. Hamasaki, K. Ariga, and J. Kikuchi, *J. Am. Chem. Soc.*, **124**, 7892-7893 (2002).



(文責 菊池純一)

## エネルギー変換科学講座

### 【構成員】(2011年3月現在)

教授 片岡幹雄  
 准教授 上久保裕生  
 助教 山崎洋一  
 助教 山口真理子  
 研究技術員 1名  
 技術補佐員 1名  
 事務補佐員 1名  
 学生 博士後期課程 3名  
       博士前期課程 13名

### 【研究内容】

蛋白質設計工学の実現を、我々は最終研究目標としている。この目標のために、蛋白質構築原理の解明、蛋白質動力学の解明、光受容蛋白質の構造と機能の解明を行っている。

#### 蛋白質構築原理の解明

アミノ酸配列に含まれる情報を解読するために、欠損や挿入という新たな手法を開発し、蛋白質は構造エレメント、機能エレメント及びそれらをつなぐリンカーから形成されるという全く新規な蛋白質の構築原理を提唱した。また、天然変性蛋白質のモデル系を作製し、分子認識と構造形成の関係を明らかにした。これらの研究は、特定領域研究“水と生体分子”(2004年度-2008年度)の発足の原動力となりまた、その成果ともなっている。

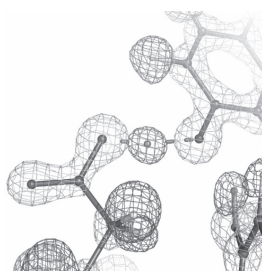
#### 蛋白質動力学の解明

我々は、中性子非干渉性散乱という手法を駆使し、蛋白質の動的性質を解明し、蛋白質が熱揺らぎを乗り越え、効率的に働くメカニズムの解明に取り組んでいる。折り畳まれた蛋白質に固有の動的物性を明らかにするとともに、水和水のパーコレーション転移が蛋白質動力学転移を制御するという興味深い発見をした。これらの研究は、新学術領域研究“揺らぎと生体機能”(2008年度-2012年度)発足の原動力となり、この研究領域を支えている。

#### 光受容蛋白質の構造と機能

欧米の研究グループと熾烈な競争になっているイエロープロテインについて、光反応中間体の溶液構造解析、中性子結晶構造解析による短距離水素結合の発見、光反応におけるCH/・相互作用の役割の発見など重要な成果が上がっている。また、世界中の研究者がこの15年間探し続けているイエロープロテインの標的分子を見出すことに成功している。これらの研究は、基盤研究(B)、若手研究(B)、特定領

域研究“高次系分子科学”などの科研費の獲得につながっている。



高分解能中性子結晶構造解析で見出された低障壁水素結合(世界初の発見)。青が水素の位置。二つの酸素原子の中心に存在している。

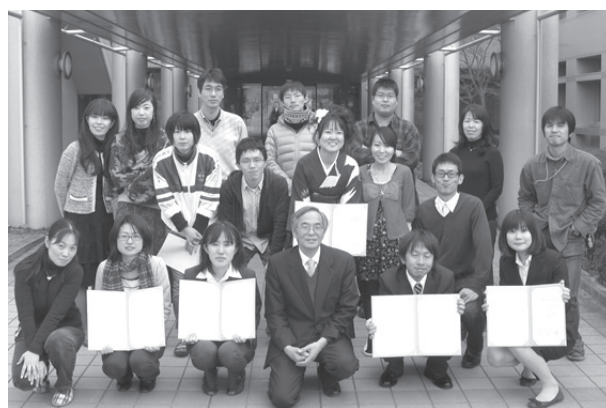
### 【研究成果】

1. S. Ohishi *et al.*, *Biochemistry* **40**, 2854-2859 (2001).
2. Y. Imamoto *et al.*, *Biochemistry* **41**, 13595-13601 (2002).
3. M. Kataoka *et al.*, *Spectroscopy* **17**, 529-535 (2003).
4. H. Nakagawa *et al.* *J. Phys. Soc. Jpn* **73**, 491-495 (2004).
5. H. Kamikubo and M. Kataoka, *Biophys. J.* **88**, 1925-1931 (2005).
6. M. Harigai, M. Kataoka, Y. Imamoto, *J. Am. Chem. Soc.* **128**, 10646-10647 (2006).
7. H. Kamikubo *et al.* *Biophys. J.* **92**, 3633-3642 (2007).
8. M. Onitsuka *et al.* *Proteins* **72**, 837-847 (2008).
9. S. Yamaguchi *et al.*, *Proc. Natl. Acad. Sci. USA.* **106**, 440-444 (2009).
10. S. Kato *et al.*, *Biophys. J.* **98**, 678-686 (2010).

原著論文・総説 103 報、国際学会招待講演 32 件。

### 【その他】

片岡は、2003年より日本原子力研究開発機構客員研究員を兼任し、日本の中性子生物物理を牽引している。また、日本学術振興会学術システムセンター専門研究員や日本生物物理学会会長を務め、学術行政や学会運営にも貢献している。



2011年3月24日撮影

(文責 片岡幹雄)

## 超分子集合体科学講座

### 【構成員】(2011年3月現在)

教授	廣田俊
准教授	松尾貴史
助教	長尾聡
研究員	1名
学生	博士後期課程 1名
	博士前期課程 11名
	研究生 1名

### 【講座の沿革】

1998年4月の超分子集合体科学講座開設以来、本講座を主宰してこられた小夫家芳明教授は2007年3月に退職され(現本学名誉教授)、2007年4月より京都大学エネルギー理工学研究所で引き続き研究を行っておられる。1998年4月より助教授であった釘宮慎一助教授は2006年3月に転出し、1999年4月より助手であった佐竹彰治助教(2007年4月より助教)は2010年4月より東京理科大学理学部准教授、2001年4月より助手であった小川和也助教(2007年4月より助教)は2008年10月より山梨大学大学院医学工学総合研究部准教授として転出した。2007年4月には、廣田俊教授と長尾聡助教が着任し、2009年5月に松尾貴史准教授が加わった。

### 【研究内容】

講座開設から2007年3月まで、小夫家教授を中心に、生体のエネルギー変換システムを超分子化学的に人工構築する研究が精力的に行われた。両親媒性分子を脂質二分子膜内で自己組織化させた人工超分子イオンチャンネルや色素分子を自己組織化させた光捕集アンテナ系の構築に取り組んだ。ポルフィリン類を自己組織化させた超分子素子は、非線形光学素子や太陽電池への応用も検討された。

2007年4月からは生体超分子に関する研究に着手している。特に、タンパク質分子を構造ユニットとしたタンパク質超分子・ポリマーを創成し、機能性生体材料の開発を行っている(図1)。タンパク質の構造異常化のメカニズムは依然不明のままであり、タンパク質多量体形成の観点からタンパク質変性過程の解明も目指している。また、生体分子は人間が実験室レベルで物質を制御するよりもはるかに効率よく機能しており、これらの分子が行っている反応の将来利用のため、反応機構の分子レベルでの理解を目指している。光応答性タンパク質・ペプチド・金属錯体の創成の研究も行っている。松尾貴史准教

授が加わってからは、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うとともに、合成化学の手法を駆使した機能性タンパク質の創成を目指した研究も行っている。

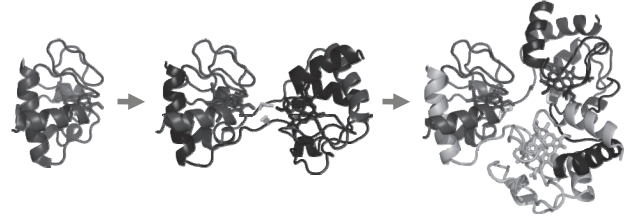


図1. タンパク質超分子・ポリマーの創成

### 【研究成果】

小夫家教授を中心に、固い両親媒性分子であるコール酸を基本ユニットに用い、カリウム選択性イオンチャンネルや整流性イオンチャンネルの構築に成功した。イミダゾリル亜鉛ポルフィリンの相補的配位二量化を用いて環状の光捕集アンテナ系を構築し、学内外の高速光化学研究グループとの共同研究により、効率的なエネルギー移動・電荷分離特性を明らかにした。本方法を展開し、長さ数百nmに及ぶ超分子ワイヤーや直径数nmの超分子リングの構築を可能にし、走査型トンネル電子顕微鏡による直接観測に成功した。これら超分子ポルフィリンが優れた三次非線形光学特性を有することを明らかにした。

最近の研究成果としては、金表面に光応答性金属配位子を結合させ、金属脱着の光制御に成功した。また、生物の呼吸に不可欠なタンパク質であるシトクロムc(cyt c)は立体構造が変化し、多量体が鎖状に伸びた構造を形成(ポリマー化)することにより機能を失うことが約50年前から知られていたが、そのメカニズムは不明であった。同一タンパク質の2つ以上の分子が対応する構造部位を交換する「ドメインスワッピング機構」によりcyt cがポリマー化することを明らかにした(*Proc. Natl. Acad. Sci. USA*, 2010年)。



(文責 廣田俊)



## 生体適合性物質科学講座

### 【構成員】(2011年3月現在)

教授 谷原 正夫  
 准教授 安藤 剛  
 助教 廣原 志保  
 助教 寺田 佳世  
 研究員 1名  
 学生 博士後期課程 3名  
       博士前期課程 12名

### 【研究内容】

2000年にヒトの全ゲノムが解読され、我々はヒトの身体を構成し生命活動を司る全タンパク質の設計図を手に入れた。その設計図の解読、即ちタンパク質の一次構造からの高次構造予測、構造と生理機能との関連の解明、人工機能性タンパク質の設計等が試みられている。当講座でも“ゲノム情報に基づく材料設計”(文部科学省「知的クラスター創成事業」2002-2006年度)をモノづくりの一つの柱に掲げ、タンパク質の構造情報を基に、骨形成作用を有するペプチド(経済産業省「地域新生コンソーシアム」2005-2006年度)や幹細胞の分化を制御するペプチド、細胞死を制御するペプチド、三重らせん構造を形成するポリペプチド“人工コラーゲン”(文部科学省「大学発ベンチャー創出事業」2002-2004年度)等の新規機能性材料を創成してきた。特に、“人工コラーゲン”は動物由来コラーゲンには無い特徴を有する新規材料として、既に化粧品(京都産業21産学公連携研究開発支援事業2005-2007年度)に使用され、再生医療の足場材料としても期待されている。

2006年3月まで在籍した大槻主税助教授(2006年4月より名古屋大学教授)を中心に有機-無機ナノハイブリッド材料の研究を行った。骨や歯に代表されるように、生体は無機材料と有機材料をナノスケールで組み合わせることにより、両者の特徴を合わせ持つ硬くて丈夫な材料を実現している。系統的な研究から、有機材料の特定の官能基が生理的条件下で骨様のアパタイト析出を誘導することを見出し、有機-無機ナノハイブリッド材料の一つの設計指針を確立した。

2007年に着任した安藤剛准教授を中心に、リビングラジカル重合で合成したカチオン性星形ポリマーを用いる遺伝子導入ベクター、核に金属原子を含む水溶性星形ポリマーを用いるX線増感剤によるがん治療、親水性-疎水性ヘテロ星形ポリマーを用いる抗血栓性材料、縮合系リビング重合の研究を行って

る。

2007年に着任した廣原志保助教は、ポルフィリン類の合成と評価を専門としており、糖鎖修飾によりがん細胞特異性を高めたPhotodynamic Therapy用薬剤、重金属を配位したX線増感剤によるがん治療の研究を行っている。

2009年に着任した寺田佳世助教は、シス配置の骨格を持つ置換ポリアセチレンのらせん構造が外部刺激で制御できることを利用した、刺激応答性生体適合性材料の研究を開始している。

### 【研究成果】

- ・大学発ベンチャー起業：(株)PHG(2005年4月)
- ・代表的論文
- (1) Tanihara M, Suzuki Y, Yamamoto E, Noguchi A, Mizushima Y. Sustained release of basic fibroblast growth factor and angiogenesis in a novel covalently crosslinked gel of heparin and alginate. *J Biomed Mater Res* 2001;56:216-221.
- (2) Kishimoto T, Morihara Y, Osanai M, Ogata S, Kamitakahara M, Ohtsuki C, Tanihara M. Synthesis of poly(Pro-Hyp-Gly)<sub>n</sub> by direct polycondensation of (Pro-Hyp-Gly)<sub>n</sub>, where n = 1, 5, and 10, and stability of the triple-helical structure. *Biopolymers* 2005;79:163-172.
- (3) Hirohara S, Nishida M, Sharyo K, Obata M, Ando T, Tanihara M. Synthesis, photophysical properties and photocytotoxicity of mono-, di-, tri- and tetra-glucosylated fluorophenylporphyrins. *Bioorg Med Chem* 2010;18:1526-1535.
- ・主な受賞
- (1) 大槻主税助教授、日本バイオマテリアル学会バイオマテリアル科学奨励賞(2000年)
- (2) 谷原正夫教授、第5回バイオビジネスコンペJAPAN審査委員特別賞(2004年)
- (3) 大槻主税助教授、NAIST 学術賞(2006年)
- (4) 安藤剛准教授、高分子学会高分子研究奨励賞(2007年)



(文責 谷原正夫)

## 光情報分子科学講座

(旧 物質機能設計領域、旧 機能物質合成領域)

### 【構成員】(2011年3月現在)

教授 河合 壯

准教授 中嶋琢也

助教 湯浅順平

学生 博士後期課程 10名

博士前期課程 14名

### 【研究内容】

光情報分子科学講座は物質科学教育研究センターの物質機能設計領域と機能物質合成領域の2つの研究チームに所属する3名の教員、河合教授、長谷川靖哉准教授、中嶋琢也助手を統合する形で2004年に設置された。さらに2008年に湯浅助教が着任した。また、2010年に長谷川准教授が北海道大学に教授として転出し、これに伴い中嶋助教が准教授に昇進した。また2011年4月より野々口斐之特任助教が着任した。

本講座では単一分子、単一粒子レベルの光と物質の相互作用を基盤に光ナノサイエンス材料の開拓を目指している。特に光応答性および光制御性を有する分子・高分子さらにはナノ粒子材料の開発にとりくみ研究技術としての材料合成と精密光学測定のコラボレーションを目指してきた。これまでに、フォトクロミック分子などの光応答性分子、導電性高分子、半導体ナノ結晶、イオン液体、インテリジェント分子プローブ、希土類錯体などの材料について、材料合成と合成方法の開拓、その性質の評価および評価方法の確立、機能材料としての性能評価や材料設計指針の導出等に取り組んできた。

研究指導においては特に博士後期課程大学院生に対して高いレベルの研究を遂行する能力を身に付けるよう配慮してきた。2011年4月までに9名の大学院生が学位を取得し、それぞれ大学教員(4名)、公的研究機関職員(1名)、企業研究者(4名)等として活躍している。また日本学術振興会特別研究員採択者は過去5年間で12名に上っており、学生の資質の高さがうかがえる。

### 【研究成果】

最近の研究トピックスについて以下に紹介する。

#### (1) 高感度フォトクロミック分子の開発

光照射に伴って分子構造が可逆に変化するフォトクロミック分子を利用する光記録では、DVDに比べ100倍の情報容量や1/100の省電力が期待されている。記録過程の高感度化のためには光によってフォ

トクロミック反応が誘起される確率すなわち光反応量子収率を100%に近づけることが有効な材料開発戦略となる。これまで当講座ではフォトクロミック分子の中でも固体反応性に優れたターアリーレン型フォトクロミック分子の開発に取り組んできた。最近、分子内水素結合により分子のコンフォメーションを制御することで反応効率を高める戦略によりほぼ100%の反応効率を示すフォトクロミック分子の開発に成功した。これらの成果については2011年1月にNHK国際ラジオにより全世界19カ国語で紹介されたほかNHK全国ニュースをはじめ国内新聞各紙で報道された。

#### (2) 強発光性半導体ナノ結晶の開発

半導体ナノ結晶はサイズに依存したバンドギャップや量子閉じ込め効果による大きな光との相互作用を示すことから発光材料や光電変換材料として注目されている。本研究室では半導体ナノ結晶の合成や表面及び界面の構造制御による高機能化に取り組んできた。特に媒質としてイオン液体中へのナノ結晶の定量的な導入に成功し、さらにその発光効率がイオン液体中ではほぼ100%にまで飛躍的に増強することを見いだした。

これらの他インテリジェント分子プローブ開発では特定金属イオンに対して非線形な濃度応答を示す分子プローブの開発に成功し濃度、イオン特異的なセンサー分子の開発に成功している。またキラル蛍光センサーの開発やその信号を円偏光発光として検出する円偏光顕微鏡の開発に成功した。これらの成果を中心に研究科内の多数の研究グループの協力を得て2012年度より5カ年にわたる文部科学省特別経費による「グリーンフォトンクス研究教育拠点整備事業」が推進されることとなった。



(文責 河合 壯)

## 超高速フォトニクス講座

### 【構成員】(2011年3月現在)

教授 河口 仁司  
 准教授 黄 晋二  
 助教 片山 健夫  
 助教 池田 和浩  
 学生 博士後期課程 3名  
       博士前期課程 13名

### 【研究内容】

2006年4月に超高速フォトニクス講座が新設され河口が、6月には片山助教が着任した。又、黄准教授が2007年4月に、池田助教が2009年1月に着任し、現在の研究室の体制が整った。

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る。また、新しい光デバイスや、その基礎となる半導体物性の研究も行っている。

主な研究内容は以下の通りである。

### 1. 面発光半導体レーザ(VCSEL)とそ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る。レーザ発振偏光と偏光が直交する光パルスを入力することにより双安定性が得られる(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を研究している。

### 2. 半導体中の超高速現象の測定・解明

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

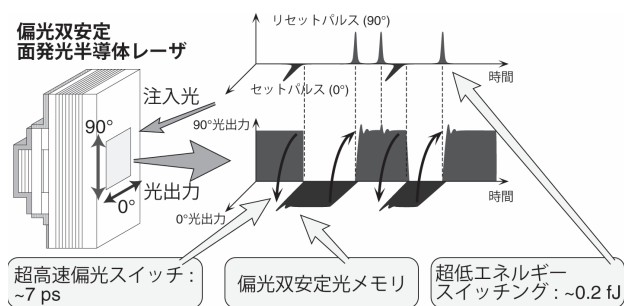


図1 偏光双安定面発光半導体レーザ

## 3. 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 VCSEL の作製および円偏光でのレーザ発振に成功している。電子スピン偏極の制御による発振円偏光のスイッチングに関する研究も行っている。

河口が2010年5月から電子情報通信学会レーザ・量子エレクトロニクス研究専門委員会委員長を務めるなど、学会活動を活発に行っている。又、河口は、2007年度まで科学技術振興機構(JST)の戦略的創造研究推進事業(CREST)の研究代表者として、2007年度~2009年度は総務省の戦略的情報通信研究開発推進制度(SCOPE)の研究代表者として研究を行った。又、2010年度は情報通信研究機構の先進技術研究開発助成金(国際共同研究助成金)を受け、カリフォルニア大学サンディエゴ校(米国)およびバンゴー大学(英国)との国際共同研究を行った。

### 【研究成果】

代表的な論文・特許は以下の通りである。

- (1) H. Kawaguchi, “Polarization bistable vertical-cavity surface-emitting lasers - application for bit memory,” (招待論文) Opto-electronics Review, **17** (2009) 265.
- (2) S. Koh, A. Nakanishi, and H. Kawaguchi, “Electron spin relaxation time in GaAs/AlGaAs multiple quantum wells grown on slightly misoriented GaAs (110) substrate,” Appl. Phys. Lett., **97** (2010) 081111.
- (3) T. Katayama, T. Ooi, and H. Kawaguchi, “Experimental demonstration of multi-bit optical buffer memory using 1.55- $\mu\text{m}$  polarization bistable vertical-cavity surface-emitting lasers,” IEEE J. Quantum Electron., **45** (2009) 1495.
- (4) K. Ikeda, T. Fujimoto, H. Fujino, T. Katayama, S. Koh, and H. Kawaguchi, “Switching of Lasing Circular Polarizations in a (110)-VCSEL,” IEEE Photon. Technol. Lett., **21** (2009) 1350.
- (5) 河口仁司、「双安定半導体レーザを用いた超高速光メモリー装置」、特許第4368573号、2009年9月4日登録

河口は、「半導体光非線形機能デバイスに関する先駆的研究」により2006年9月20日に電子情報通信学会フェローに選ばれ、又、2010年4月にKDDI財団優秀研究賞を受賞した。

(文責 河口仁司)



## ナノ構造磁気科学講座

(旧 物質機能解析・評価領域)

### 【構成員】(2011年3月現在)

准教授 細糸信好

学 生 博士後期課程 2名

博士前期課程 2名

研究生 1名

### 【講座の沿革】

本講座の前身は1998年に物質科学教育研究センターに設置された物質機能解析・評価領域である。1999年に橋爪弘雄教授、奥田浩司助教授が着任し活動を開始した。2002年に奥田助教授が転出し、細糸信好が助教授として着任した。2005年3月に橋爪教授が定年により退職した。同年4月に研究室はナノ構造磁気科学講座と名称変更し、研究科の基幹講座に組み込まれ現在に至っている。

### 【研究内容】

当講座の研究の中心は、物質機能解析・評価領域の頃から現在に至るまで、シンクロトロン放射光を用いた磁性薄膜・多層膜の磁気構造と磁気物性の研究である。膜厚がナノサイズの磁性薄膜・多層膜が示す巨大磁気抵抗効果、磁性層間間接交換結合、交換バイアス効果など基礎物性として重要であるだけでなく磁気デバイスなどへの応用にもつながる磁気物性の発現機構を、放射光エックス線を用いた磁気構造解析を手がかりとして研究している。また、これらの研究を進めるために放射光エックス線を用いた磁気散乱計測技術および磁気構造解析法の開発も進めている。以下にこの10年間の研究内容を示す。

1) 磁気構造が比較的良好に分かっている Fe/Gd 多層膜を試料として、比較的良好なエックス線磁気散乱強度が強い(電荷散乱の数%程度)と予想される Gd L<sub>3</sub> 端共鳴エックス線磁気散乱測定の可能性を検証し、Gd 層の磁気構造の温度変化を明らかにした。また、得られた Gd 磁気構造に基き Fe/Gd 多層膜の磁気ヒステリシス曲線の温度変化を計算し、実験結果を再現することを確認した。これにより、共鳴エックス線磁気散乱法の基礎を確立した。その後、測定法を改良することにより磁気散乱の検出感度を 0.01% 程度まで高めた。

2) 共鳴磁気散乱の元素選択性を利用して、Fe/Au 多層膜や Co/Ru 多層膜の間接交換結合発現の鍵となる非磁性層伝導電子の誘起磁気構造を明らかにした。特に Fe/Au 系では Au 層の磁気構造の磁場変化が一般に予想されているよりも複雑な変化をしていること

を明らかにした。

3) 磁化はベクトル量であるが通常は磁場に平行な成分のみが測定されているだけである。磁気散乱の測定配置を工夫することにより Fe/FeGd/Fe 三層膜の Gd や、Fe/Ru/Fe 三層膜の上下 Fe 層の磁場に平行な磁化成分だけでなく、磁場に直交する磁化成分も含めて磁化過程を明らかにした。

4) 東北大との共同研究により CoFe/MnIr 交換バイアス膜の反強磁性 MnIr 層界面に誘起された Mn 磁化や Ir 磁化の誘起磁気構造の研究を進めている。

### 【研究成果】

研究 1)

N. Hosoito, H. Hashizume, and N. Ishimatsu: J. Phys. Condens. Matter **14** (2002) 5289.

Y. Hayasaki, K. Ishiji, H. Hashizume, N. Hosoito, K. Omote, M. Kuribayashi, G. Srajer, J. C. Lang, and D. Haskel: J. Phys. Condens. Matter **16** (2004) 1915.

研究 2)

T. Ohkochi, K. Mibu, and N. Hosoito: J. Phys. Soc. Jpn. **75** (2006) 104707.

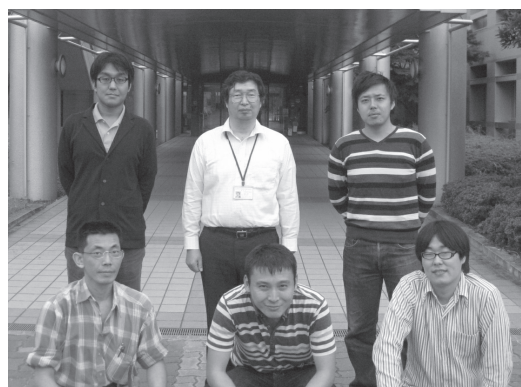
N. Hosoito, T. Ohkochi, K. Kodama, and R. Yamagishi: J. Phys. Soc. Jpn. **78** (2009) 094716.

N. Hosoito, K. Kodama, T. Koike, and R. Yamagishi: J. Phys. Soc. Jpn. **80** (2011) 044703.

研究 3)

K. Kodama, R. Kokufu, and N. Hosoito: J. Phys. Soc. Jpn. **78** (2009) 034701.

R. Yamagishi, T. Koike, K. Kodama, and N. Hosoito: J. Phys. Soc. Jpn. **79** (2010) 094710.



2010年度の研究室メンバー

(文責 細糸信好)

## 環境フォトリソスーパースタディ研究グループ グリーンナノシステムユニット

### 【構成員】(2011年3月現在)

助 教 内藤昌信  
 研究員 3名  
 学 生 博士後期課程 1名  
           博士前期課程 3名

### 【沿革】

高分子創成科学講座助教であった内藤が、2010年4月よりPI(研究責任者)として独立研究室を立ち上げた。

### 【研究内容】

グリーンナノシステムユニットでは、高分子・超分子化学、有機合成、表面科学を基軸とし、地球規模での環境、エネルギー、資源問題を解決するための革新的な環境フォトリソ材料の開発を行っている。また、これらの研究活動を通じて、高度な専門知識と幅広い情報俯瞰能力を兼ね備えた研究者・技術者の育成を目指している。

### 【研究成果】

#### 1. 発光性高分子・超分子の界面現象解明とその機能化

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

#### 2. 円偏光発光性超分子の設計・創成と機能創発

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

### 【研究費】

- 科学研究費補助金
- JST-さきがけ「ナノシステムと機能創発」
- 国土交通省「国際海運における温室効果ガス削減技術に関する研究開発」
- 企業との共同研究、民間財団からの奨学寄附金

### 【学会活動】

日本化学会新領域研究グループ エキゾチック自己組織化材料(ExOM)メンバー

### 【受賞】

平成22年度NAIST学術奨励賞(内藤)



(文責 内藤昌信)

## 環境フォトニクススーパー研究グループ グリーンマテリアルユニット

【構成員】(2011年3月現在)

准教授 山田容子

研究員 1名

【研究内容】

本グループは、グリーンフォトニクススーパーリサーチグループの1つとして、2011年1月に発足した新しい研究グループである。当初山田だけであったが、4月より葛原大軌特任助教他、JSPS 外国人博士研究員1名、CREST 博士研究員1名、博士後期課程1名、博士前期課程1名の5名のグループでスタートした。

研究は、機能性有機材料の開拓であり、特に、アセン系低分子有機半導体材料の開発と、新規ポルフィリノイドの開拓を中心に行っている。前者の研究では、光前駆体法による有機半導体の高効率合成に関して科学研究費基盤(B)(2010-2012年度)及びCREST「革新的塗布型材料による有機薄膜太陽電池の構築」(2010-2015年度)を取得し、有機薄膜太陽電池を指向した有機低分子半導体材料の開発を行っている。

【研究成果】

- (1) D. Kuzuhara, H. Yamada, Z. Xue, T. Okujima, S. Mori, Z. Shen, H. Uno, New Synthesis of meso-free-[14]triphyrin(2.1.1) by McMurry coupling and its derivatization to Mn(I) and Re(I) complexes, *Chem. Commun.* 2011, **47**, 722-724.
- (2) S. Katsuta, D. Miyagi, H. Yamada, T. Okujima, S. Mori, K. Nakayama, H. Uno, Synthesis, Properties and Ambipolar Organic Field-Effect Transistor Performances of Symmetrically Cyanated Pentacene and Naphthacene as Air-Stable Acene Derivatives, *Org. Lett.* 2011, **13**, 1454-1457.
- (3) D. Kuzuhara, H. Yamada, K. Yano, T. Okujima, S. Mori, H. Uno, First Synthesis of Dodeca-substituted Porphycenes, *Chem. Eur. J.* 2011, **17**, 3376-3383.
- (4) Z.-L. Xue, J. Mack, H. Lu, L. Zhang, X.-Z. You, D. Kuzuhara, M. Stillman, H. Yamada, S. Yamauchi, N. Kobayashi, Z. Shen, The Synthesis and Properties of Free-Base [14]Triphyrin(2.1.1) Compounds and the Formation of Subporphyrinoid Metal Complexes, *Chem. Eur. J.* 2011, **17**, 4396-4407.

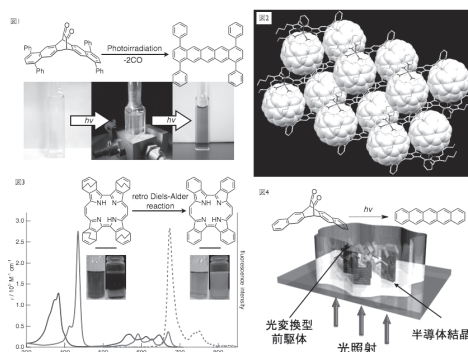


図1 新規アセンの光反応合成、図2 ポルフィリン-フラーレンの結晶構造、図3 ベンゾポルフィセンの発光特性、図4 光前駆体法による有機薄膜太陽電池の概念図



2011年4月発足当時のメンバー

(文責 山田 容子)



## 機能物性解析科学講座（連携講座）

（提携先：三洋電機株式会社）

より、単層や二層構造と比べて結晶性の向上ならびにデバイス特性の向上がみられた（微細素子科学講座と共同）。

### 【構成員】（2011年3月現在）

客員教授 田中 誠

（文責 田中誠）

客員教授 野村 康彦

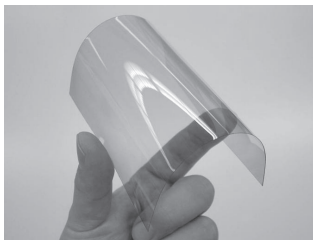
客員准教授 佐野 健志

### 【研究内容】

地球環境を守り、持続可能性のある豊かな社会を創ること、そのために、クリーンなエネルギーを創り、蓄え、有効に活用する技術を開発することが重要である。本講座では、

1. 次世代の太陽電池やディスプレイの中心となる薄膜半導体材料
  - (1) 光電物性の解析
  - (2) 薄膜半導体材料の解析
  - (3) 薄膜半導体を用いた新型太陽電池の開発
2. 高機能な半導体レーザを実現するマイクロオプティクス材料
  - (1) 化合物半導体結晶の解析、評価
  - (2) 量子井戸構造の物性、発光デバイスへの応用
3. 革新的な電子デバイスを実現する有機電子材料、導電性高分子材料
  - (1) 有機電子材料、導電性高分子材料の合成、成膜、物性評価
  - (2) 有機電子材料、導電性高分子材料を用いた電子デバイスの試作、特性評価、解析

の3つの材料分野について、微視的な観点から解析を行うとともに、これらの材料系を用いた新規な機能デバイス開発を目指している。また、連携講座の特長を活かした、積極的な産学共同研究を進めている。



### 【研究成果】

最近の研究成果として2件挙げる。

1. 短チャンネル化が実現できるnチャネル縦型有機トランジスタにおいて、ゲート絶縁膜の積層構造の開発を行い、大気中、駆動電圧8V以下でon/off比 $10^5$ 、また、使用したn型半導体（PTCDI-C13）の電界効果移動度として $1.2 \times 10^{-4} \text{ cm}^2/\text{Vs}$ を得た。
2. グリーンレーザーアニールによる積層シリコン薄膜デバイス開発において、三層構造にすることに

## メゾスコピック物質科学講座（連携講座）

（提携先：パナソニック株式会社先端技術研究所）

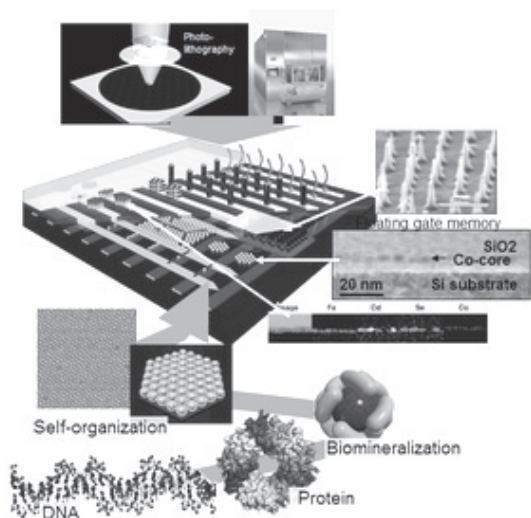
### 【構成員】（2011年3月現在）

教授 山下一郎  
 教授 足立秀明  
 准教授 吉井重雄  
 研究員 1名  
 学生 博士前期課程 2名

### 【研究内容】

当講座ではバイオ分子を用いた電子デバイス等のためのナノ構造作製研究を進めている。水溶液中でバイオ分子、有機分子のナノ集積・自己組織化による機能性ナノ構造の構築と、タンパク質のバイオミネラライゼーション能を用いたナノサイズ無機材料の合成を組み合わせることで、量子効果が期待される電子デバイス等を作製する技術の完成を目指している。この技術は主として水溶液中で行うためウエットテクノロジーであり、特にタンパク質を用いたバイオナノプロセスの研究を行っている。

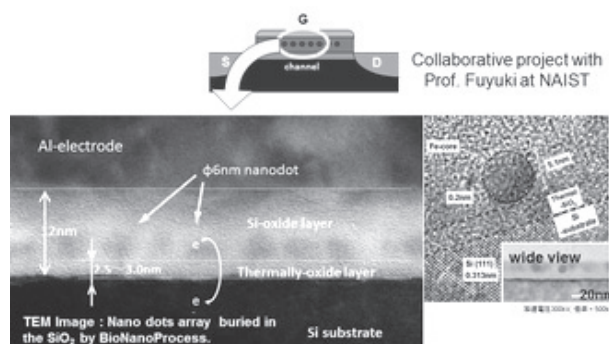
バイオナノプロセスはフォトリソグラフィなどのトップダウン微細加工技術とバイオのボトムアップ技術を統合してデバイスを作製するプロセスで、いわゆるプロセスインテグレーションの代表例である。タンパク質はDNAに蓄えられた情報から作られ、その構造は原子レベルで一定である。それらは自己組織化により10-100nmの機能構造を自動的に組みあげる。また生物による無機材料析出(biomineralization)により半導体ナノ粒子、ナノワイヤを作ることにも出来る。一方トップダウン技術は50nm程度の構造を正確に多量に作製できるので、両者を組み合わせることで数ナノメートルの機能構造が精度良く作製できる。



プロセスインテグレーション：バイオナノプロセス

### 【研究成果】

当研究室では、球殻状タンパク質により作られ一層に並べられたナノドット配列を用いてフローティングゲートメモリの試作に成功し、10年間のメモリ保持、10万回の書き換えが確認されている。また単電子トランジスタの試作や、単電子トランジスタの鋳型タンパクの作製にも成功している。さらに抵抗変化メモリへの展開や、色素増感太陽電池への応用も進めている。その他ナノエッチングと組み合わせることでSiナノディスク量子構造も作製しており、良好な量子効果が確認されている。また球殻状タンパク質フェリチン、リステリアフェリチン、タバコモザイクウイルス、リング状タンパク質TRAPなどを用いたナノパーツ作製も行っており、タンパク質による15種類以上のナノ粒子の合成、φ4nmナノワイヤの合成、1次元ナノドット配列などの成果が得られている。



バイオナノプロセスで作られたフローティングゲートメモリの電子蓄積ナノ粒子層の断面TEM像

### 代表的業績論文

1. M. Kobayashi et. al., "Fabrication of Aligned Magnetic Nanoparticles Using Tobamoviruses" *Nano Lett.*, **10**, 773-776 (2010)
2. S. Kang et. al., "Janus-like Protein Cages. Spatially Controlled Dual-Functional Surface Modifications of Protein Cages" *Nano Lett.*, **9** (6), 2360-2366 (2009)
3. S. Yoshii et. al "Electrostatic self-aligned placement of single nanodots by protein supramolecules", *Appl. Phys. Lett.*, **95**, 133702 (2009)
4. K. Sugimoto et. al., "Construction of a Ball-and-Spike Protein Supramolecule" *Angewandte Chemie.*, **45**(17), 2725-2728 (2006)
5. A. Miura et. al., "Floating Nanodot Gate Memory Devices Based in Biomineralized Inorganic Nanodot Array as a Storage Node" *Jpn. J. Appl. Phys.* **45**, (1), L1-L3 (2006)
6. I. Yamashita, "Fabrication of a Two-dimensional Array of Nano-particles Using Ferritin" *Thin Solid Films.* **393**, 12-18 (2001)

（文責 山下一郎）

## 知能物質科学講座（連携講座）

（提携先：シャープ株式会社）

### 【構成員】（2011年3月現在）

教授 高橋明  
 教授 向殿充浩  
 准教授 和泉真  
 学生 博士前期課程 4名

### 【沿革】

1998年4月 シャープ連携講座として発足  
 鈴木教授、向殿教授、高橋助教授にて構成  
 2002年 鈴木教授が離任（シャープ退職のため）  
 高橋助教授が教授に昇格  
 2003年4月 寺口助教授が就任  
 2009年4月 寺口准教授に代わり、和泉准教授が  
 就任

### 【研究内容】

1998年の講座発足より、ワイドギャップ半導体材料、光磁気記録材料、有機EL材料、半導体量子ドット材料などの研究テーマで、17名の学生が博士前期課程を修了した。現在、4名の博士前期課程学生が在籍。

#### ◎高密度記録材料の研究（担当：高橋）

光磁気ディスクの高密度記録を実現する超解像再生に適した磁性材料の研究において、特性の異なる複数のフェリ磁性材料を組み合わせ、希土類遷移金属薄膜を多層化した研究を行った。

次に、この技術を発展させ、温度によって光学特性が変化する酸化亜鉛を使い、再生専用型光ディスクにおいても高密度化の研究を行った。

また、酸化亜鉛における欠陥が電気特性に及ぼす影響や、酸化亜鉛膜中に島状の磁性材料を入れた磁気センサの研究も行った。

#### ◎有機EL材料の研究（担当：向殿）

高分子有機EL材料の発光メカニズム、劣化メカニズムの解明を目指し、単電荷デバイスによる解析、TSCによるトラップの解析などの研究を行った。

また、高分子有機ELの成膜プロセスと特性との関係解明、高分子有機ELへの量子ドットナノ粒子の適用検討などをテーマに研究を行った。

#### ◎半導体量子ドット材料の研究（担当：和泉）

次世代の照明への応用を目指して、半導体量子ドット原子サイズの発光に対する外部環境の影響に関する研究を行った。

電気特性の異なる酸化物薄膜等と半導体量子ドット試料のヘテロ接合の作製を通して、周囲の電子準

位による量子ドットの光学特性の制御の研究を行った。

### 【研究成果】

- 9件の研究発表を行った。主なものを以下に示す。
- 1) 三島賢三, 内田秀樹, 向殿充浩, 第52回応用物理学関係連合講演会, 30pYL-13 (2005). “単電荷デバイスをを用いた高分子有機ELメカニズムの解析”
  - 2) 内田秀樹, 大西康之, 向殿充浩, 有機EL討論会第2回例会, S3-4 (2006). “熱刺激電流法(TSC)を用いた高分子有機ELの動作機構の解明”
  - 3) 内田秀樹, 宇野貴哉, 西村政高, 向殿充浩, 第4回有機EL討論会, S4-1 (2007). “トラップに着目した高分子有機ELの劣化機構の解明”
  - 4) M. Koden, Y. Ohnishi, M. Nishimura, H. Uchida, Proc. of SPIE, Vol. 6655, 66550C (2007). “Emission and degradation mechanism of PLED”
  - 5) M. Koden, H. Uchida, Y. Hatanaka, K. Mishima, Y. Ohnishi and Y. Fujita, “Organic Electron Devices and Applications”, edited by H. Okada, Chapter 3, Research Signpost (2007). “Studies on Emission and Degradation Mechanisms of Polymer Light Emitting Diode”

### 【学生就職先】

シャープ、ローム、ホンダ、京セラなど  
 （修了生17名）

（文責 高橋明, 向殿充浩, 和泉真）





**機能高分子科学講座（連携講座）**

（提携先：参天製薬株式会社）

**【構成員】（2011年3月現在）**

教授 伴 正和

教授 青野浩之

准教授 本田崇宏

研究員 4名

学 生 博士後期課程 1名

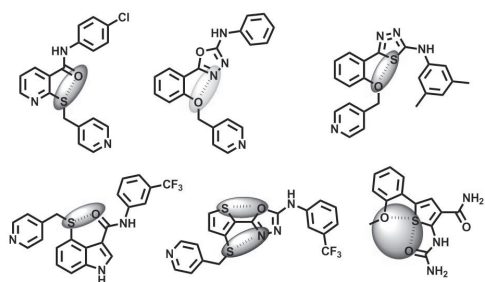
博士前期課程 1名

**【研究内容】**

本研究室は2005年4月に参天製薬株式会社との連携講座として発足した。

当初より、有機合成を基盤として癌をはじめ慢性の炎症性疾患の治療剤や免疫抑制剤などの医薬品の創成に貢献したいと考え研究を継続している。

まず、癌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コンビナトリアルケミストリーなどの手法も活用しながら合成してきた。更に分子内非結合性（S-O、S-N、O-N）相互作用を活用したユニークなドラッグデザインにより、2-（4-ピリジルメチルチオ）ニコチンアミド誘導体やジアゾール誘導体、インドール誘導体、更には免疫抑制剤を指向してチオフェン誘導体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も行っている。そして合成した化合物の安定なコンフォメーションとその阻害活性に相関があることを、X線結晶構造解析やドッキングシミュレーションなどを利用して考察している。またスクアリン酸から誘導される新規な環状スクアリン酸アミド誘導体の合成法を開発し、カルシウム拮抗作用を有する極めてユニークな環構造の化合物も研究している。最近では免疫抑制作用を持つキナーゼ阻害剤として、JAK3阻害剤の研究を開始し、他のキナーゼに対して選択性の高い化合物を見出している。



kinase inhibitors with various intramolecular non-bonded interactions

**【研究成果】****VEGF 阻害剤研究**1,4-ベンゾジオキサジン-3-オン誘導体<sup>1)</sup>

1) W02008/053861

*Bioorg. Med. Chem. Lett.*, **2009**, *17*, 699-708.2-（4-ピリジルメチルチオ）ニコチンアミド誘導体<sup>2)</sup>2) *Bioorg. Med. Chem. Lett.*, **2008**, *18*, 2939-2943.*Bioorg. Med. Chem. Lett.*, **2010**, *20*, 7234-7238.*Bioorg. Med. Chem. Lett.*, **2011**, *21*, 1232-1235.ジアゾール誘導体<sup>3)</sup>

3) W02008/093674

W02008/093677

インドール誘導体<sup>4)</sup>4) *Bioorg. Med. Chem. Lett.*, **2011**, *21*, 1782-1785.

W02008/057733

**スクアリン酸アミド誘導体の合成研究<sup>5)</sup>**

5) W02011/034051

**JAK3 阻害剤研究**

特許出願済

（文責 伴 正和）

## 旧 機能高分子科学講座（連携講座）

（提携先：（株）イオン工学研究所）

（1998年4月～2005年3月）

### 【構成員】

- 教授 岩本信也 （1998年4月～2001年8月）
- 教授 田畑則一 （1998年4月～2000年3月）
- 教授 池田 孜 （2000年4月～2002年3月）
- 教授 井須俊郎 （2001年8月～2005年3月）
- 教授 河島俊一郎 （2002年4月～2005年3月）
- 助教授 井須俊郎 （1998年4月～2001年8月）
- 助教授 藤田和久 （2001年8月～2005年3月）
- 学生 博士前期課程 8名

### 【研究内容】

（株）イオン工学研究所は、イオン工学技術の基礎的研究およびイオン工学技術を産業技術として具現化させるための応用・実用化研究を行うため、第3セクター方式で1988年11月に設立された研究受託会社である。1998年4月より連携講座として博士前期課程の学生を受け入れ、2005年3月までの間、8名の修士学生を送り出した。（株）イオン工学研究所における研究分野は、図1に示すようなイオン工学技術の多岐にわたる分野への展開ですが、修士研究としては、特に“ナノ・コーティング”領域の研究に携わってもらい、省エネルギーの社会的要請にこたえるための新材料の材料開発や、医療応用材料に関する研究を推進した。

上が挙げられる。また、Fe-Pt 磁性薄膜の作製とその規則化過程に関する研究、チャネリング Rutherford Back-Scattering Spectrometry を用いたイオン注入時の損傷評価、Plasma Based Ion Implantation により作製した DLC 薄膜の物性に及ぼす熱処理の影響評価の研究などでも、関連する国家プロジェクトの成果として貢献した。さらに人工膝関節用ビタミンE添加超高分子量ポリエチレンの構造解析により、耐酸化性の優れた人工膝関節用材料の開発に貢献した。

（文責 井須俊郎）

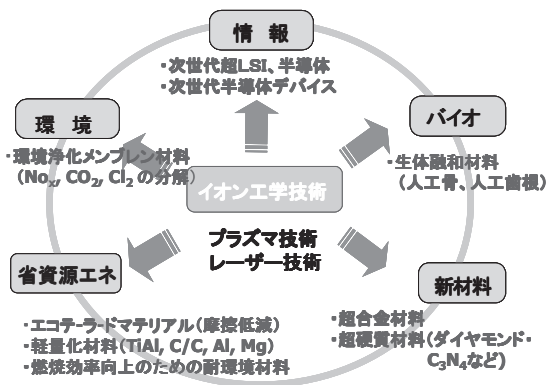


図1

### 【研究成果】

研究成果のうち、新材料開発としては、ガスタービン用合金開発のための金属イオンによる表面改質、ホウ素イオン注入による窒化チタンアルミニウムコーティングの耐摩耗性向上、耐高温酸化特性の優れた窒化チタンクロム硬質膜の作製、ホウ素イオン注入による窒化チタンクロム硬質被膜の耐摩耗性の向

## 環境適応物質学講座（連携講座）

（提携先：財団法人地球環境産業技術研究機構）

### 【構成員】（2011年3月現在）

教授 藤岡 祐一

教授 余語 克則

准教授 風間 伸吾

研究員 3名

学生 博士前期課程 4名

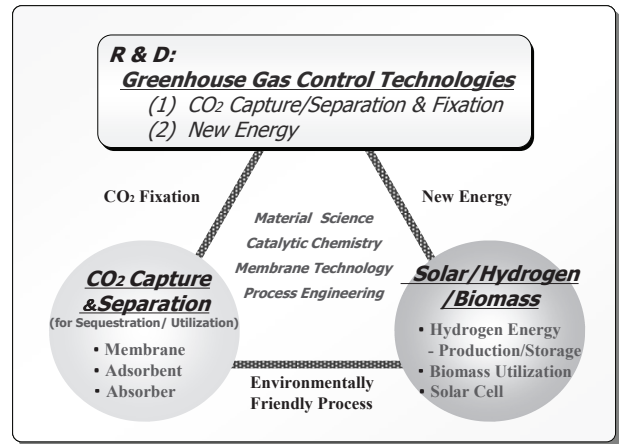
### 【研究内容】

当講座は財団法人地球環境産業技術研究機構（Research Institute of Innovative Technology for the Earth: 通称 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。1つは排出された二酸化炭素（CO<sub>2</sub>）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CO<sub>2</sub>を分離回収固定する研究である。他は水素、バイオマスなどの新エネルギーを利用したCO<sub>2</sub>排出量削減技術の開発を進めている。

学生の教育に関しては、化学、物理化学、物質科学、化学工学などの専門分野の知識を深めさせると共に広く学問体系が見渡せ、世の中の現象とのつながり、問題解決の方法論などを総合的に理解できる能力をつけさせることを目的として、通常は RITE で実施中の温暖化対策技術プロジェクトを通じて OJT 教育を行い、関連知識・技術を習得させるとともに、社会人としての心得についても指導を行なっている。また少人数制のため日々の実験操作等は各研究テーマを担当する博士研究員によるマンツーマン指導とともに、指導教員との綿密な研究打合せを行なっている。

具体的にはこの10年間は主にCO<sub>2</sub>分離回収コストの低減を目的とした革新的なCO<sub>2</sub>分離膜、吸着材の研究、CO<sub>2</sub>の炭酸塩としての固定化手法の研究、水素分離膜の研究などを実施した。

これらの研究に関わる物質創成・材料技術として、ゼオライトおよびメソポーラスシリカなどの無機多孔質材料の合成・表面修飾・薄膜化手法の検討、新規な水酸基変性ポリアミドアミン dendrimer の合成と薄膜化など、高分子材料と無機多孔質材料のサブナノ構造制御による革新的分離材料について研究を実施してきた。



講座の研究分野

当講座は連携講座であるが、博士後期課程の学生も積極的に引き受けている。最近の博士後期課程の学生テーマとして、水素分離膜のコスト低減と耐久性の向上を目的として、新規な水素分離膜の作製方法について検討し、以下の成果を得ている。

パラジウム層を無機多孔質膜の細孔内に選択的に形成させ、パラジウムナノ粒子を細孔内に充填することで、支持体多孔質が保護層として作用しうる“細孔内充填型パラジウム—多孔質複合膜”という新規な水素分離膜構造を提案し、新たに開発したパラジウムの高密度充填方法により作製した複合膜が高い水素選択分離性を発現することを見出している。

### 【研究成果】

• Kensuke Nagata, Manabu Miyamoto, Tsuyoshi Watabe, Yuichi Fujioka, Katsunori Yogo, “Preparation of Pore-fill-type Palladium–Porous Alumina Composite Membrane for Hydrogen Separation” *Chem.Lett.* 40(1)19-21 (2011).

• Kensuke Nagata, Manabu Miyamoto, Yuichi Fujioka, Katsunori Yogo, “Hydrogen Separation Membrane Encapsulating Pd Nanoparticles in a Silica Layer” *Desalination and Water treatment*, 17(2010)233-241.

• Satoshi Kodama, Taiki Nishimoto, Naoki Yamamoto, Katsunori Yogo and Koichi Yamada, “Development of a new pH-swing CO<sub>2</sub> mineralization process with recyclablereaction solution” *Energy*, 33 776-784(2008).

• Yuzuru Sakamoto, Kensuke Nagata, Katsunori Yogo and Koichi Yamada, “Preparation and CO<sub>2</sub> separation properties of amine modified mesoporous silica membrane” *Microporous and Mesoporous Materials*, 101(1-2) 303-311 (2007).

（文責 余語克則）



## 感覚機能素子科学講座（連携講座）

（提携先：(株)島津製作所 基盤技術研究所）

### 【構成員】（2011年3月現在）

教授 小関 英一

教授 佐藤 敏幸

准教授 西本 尚弘

学生 博士前期課程 2名

### 【研究内容】

(株)島津製作所・基盤技術研究所は、奈良先端科学技術大学院大学の関西学研都市・高山地区に隣接する精華・西木津地区に立地している。その地の利から、当講座は企業連携講座として物質創成科学科の設立と同時に発足した。主としてマイクロマシニング技術、磁気センサ技術、赤外線センサ技術、X線検出/X線源技術、レーザ技術など、センサ・デバイス関連の基盤技術研究に取り組んでいる。また、それらの技術を統合・集積化する事による高機能デバイスの開発や信号処理・画像処理技術の開発にも取り組んでおり、それらの技術を結集した高付加価値システムの開発を目指している。

### 【研究成果】

MEMS 技術などセンサ・デバイス関連の基盤技術研究を用いて作製した細胞培養チップ（図1）や、電気浸透流ポンプ（図2）、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る。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（ $\mu$ TAS: Micro Total Analysis Systems)の実現してきた。

また、医療・診断分野への展開として、X線診断装置に搭載されているフラットパネルX線センサー（FPD）（図3）の開発や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、高分子ミセルを用いた分子プローブ（図4）及びマイクロリアクターを用いたPETプローブ合成装置など、分子イメージング関連技術についても取り組んでいる。

### ■ 研究開発の具体例

- 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
- 多結晶 CdZnTe 膜を用いたX線検出器
- 分子イメージングプローブ
- PET プローブ合成装置

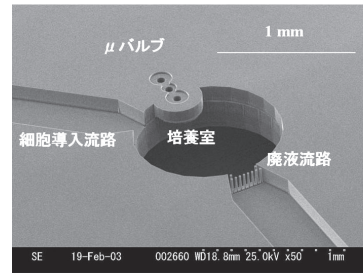
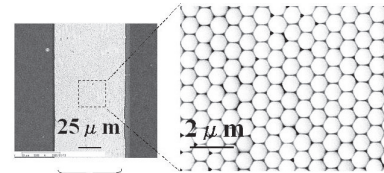


図1 細胞機能解析システム用細胞培養チップ



プラスチック流路

図2 シリカナノ粒子を充填したプラスチック流路

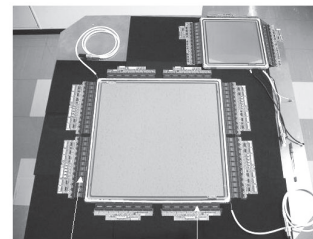


図3 フラットパネルX線検出器(FPD)外観  
(上:9インチ検出器、下:17インチ検出器)

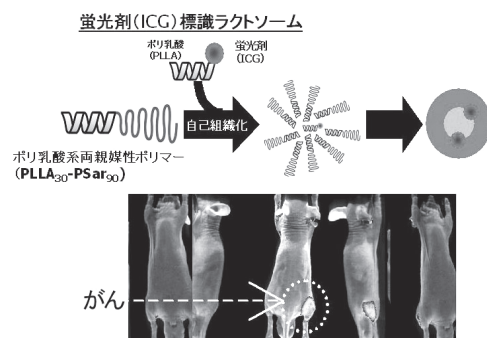


図4 蛍光標識した高分子ミセル「ラクトソーム」  
( $\phi$  30nm)によるがんイメージング

(文責 小関 英一)

## 濱野準—レーザーバイオナノ科学講座（寄附講座）

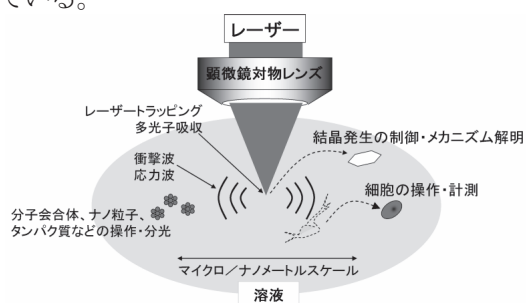
### 【構成員】（2011年3月現在）

特任教授 増原 宏  
 特任准教授 細川 陽一郎  
 特任准教授 杉山 輝樹  
 研究員 3名(非常勤を含む)  
 博士研究員 1名  
 学 生 博士後期課程 3名  
       博士前期課程 3名

### 【研究内容】

本講座は財団法人濱野生命科学研究所の寄附により、2008年10月1日から2011年9月30日までの3年間の設置期間として発足した寄附講座である。同財団は脳科学及び生命科学に関する総合的研究、研究者の交流、調査、啓蒙・普及活動を事業として、2000年より東京で、2006年より神戸にも拠点を定め活動していたが、レーザーバイオナノ科学の一層の研究展開を図るため本研究科に寄附講座を設けた。

研究内容は、レーザーと顕微鏡を駆使して分子会合体、ナノ粒子、タンパク質、細胞などの分光、操作、加工をマイクロ・ナノ次元で行う新しい方法論の開発とそれを可能にする光物理・光化学の基盤研究である。また光化学、レーザー分光、顕微分光を基盤に、光とナノ物質、光と細胞の相互作用を分子レベル、単一細胞レベルで実証しその本質を学ばせるとともに、新しい方法論の発想を持たせる教育を行っている。



### 【研究成果】

#### 1. レーザー捕捉結晶化法の提案と実証

高強度の近赤外連続発振レーザー光を顕微鏡下の溶液中に集光すると、溶液中に分散した高分子やナノ粒子、分子ナノクラスターなどが光の圧力を受け焦点に捕捉される。この光捕捉現象を気液界面で誘起することにより、世界で初めて分子の結晶化に成功した。任意の時に顕微鏡焦点位置に単結晶を一つだけ作るこの出来るこの方法は、核形成、結晶成長の過程を直接観察、解析することを可能にしてい

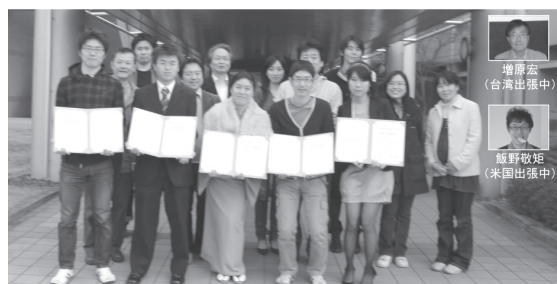
る。基本的なアミノ酸の研究により、捕捉結晶化法によれば、不飽和溶液からの結晶化も可能であること、結晶多形を制御できることを示している。

#### 2. フェムト秒レーザー誘起応力波を駆使した細胞間接着力の単一細胞レベル評価

培養液中の細胞近傍にフェムト秒レーザーを集光させ、多光子アブレーションを引き起こすと、気泡の生成、衝撃波の伝搬、局所対流の発生が見られるが、その際細胞に応力波が印加される。この過渡的局所的な力を用いた細胞操作法を世界に先駆けて開発し、単一細胞の基板からの剥離、培養液中の操作、基板への配置、パターンニングへ応用してきた。最近ではAFMを検出器に用いてこの力を定量化し、これにより細胞同士の様々な相互作用を非接触非破壊的に定量化することに成功した。例えば、基板上にマウス由来の神経細胞が接着しネットワークを形成している生理的な環境下で、神経突起上にコンタクトしているマスト細胞(肥満細胞)を一つずつ剥離し、その接着力を決定し、得られた分布を考察した。その成果は Proc. Nat' l. Acad. Sci. に掲載されて好評を得ている。

#### 3. フェムト秒レーザー細胞操作技術の細胞機能に基づく評価の研究

本操作法を生命科学における実用技術としてさらに展開するために、細胞の生理機能に与える影響を調べる必要がある。代表的な機能には増殖、分化、遊走、死があげられるが、すでに NIH3T3 線維芽細胞や分裂酵母の増殖や死の挙動を検討し、本手法の有効性を実証してきた。最近では、ラット副腎髄質由来褐色細胞 PC12 の過渡応力による剥離前後の形状変化に着目して細胞の分化機能が保たれていることを示し、その理由も明らかにした。また本操作法と、フェムト秒レーザー照射により細胞接着領域と非接着領域をパターンニングした基板を組み合わせ、異種細胞を初めて任意に配置することに成功し、メラノサイトがケラチノサイトに向かって遊走して行く挙動を直接観察した。遊走機能の観点からも本操作法が実用に堪えることが示された。



(文責 増原 宏)

## 物質創成科学研究科(2011年4月以降)

### 基幹研究室

物理・化学という基礎研究から、情報通信・エレクトロニクス、環境・エネルギー、バイオテクノロジー、医療にわたる広範囲な応用分野で、光と物質の原子レベルでの相互作用の理解から物質科学を推進する「光ナノサイエンス」という新しい先端融合領域を切り拓き、次世代の産業の創出や豊かでクリーンな社会を実現する新しい素材、機能材料の創成研究に取り組むことにより、これからの産業界、学界を先導する高度な専門知識と幅広い俯瞰能力を兼ね備えた研究者・技術者を育成する。

研究室名及び構成員(2011年6月1日現在)	教 育 研 究 分 野
<b>■ 量子物性科学</b> 教 授 柳 久 雄 准 教 授 山 本 愛 士 助 教 石 墨 淳 助 教 富 田 知 志 学 生 博士後期課程 2名 博士前期課程 14名	分子性結晶、ナノ粒子、超薄膜などのナノメートル構造物質の光学的・量子的性質をレーザー分光や顕微分光、プローブ顕微鏡などの手法を用いて測定・解析することにより、新しい光機能材料・素子の創成に関する研究・教育を行う。 ● 分子性結晶、有機薄膜、有機レーザー、有機光増幅、有機トランジスタ、有機エレクトロルミネッセンス、カーボンナノチューブ、フィールドエミッション、環境調和型発光デバイス、ナノ粒子、量子ドット、メタ物質、左手系媒質、レーザー分光、ラマン散乱、顕微分光、プローブ顕微鏡
<b>■ 凝縮系物性学</b> 教 授 大 門 寛 准 教 授 服 部 賢 助 教 武 田 さくら 助 教 松 井 文彦 研 究 員 1名 学 生 博士後期課程 4名 博士前期課程 15名 研 究 生 1名	固体表面に原子・分子を吸着して形成する表面ナノ物質の物性(電気伝導・磁性・光・反応)を、その基礎となる原子構造や電子状態から解明する多様な装置を用いた研究・教育を行う。 ● 立体原子写真、固体表面、表面超構造、表面新物質、表面電気伝導、表面磁性、表面発光、表面反応、吸着脱離、原子配列構造、電子エネルギーバンド、フェルミ面、二次元光電子分光、走査トンネル顕微鏡、角度分解光電子分光、電子回折、光電子回折、光電子ホログラフィー、放射光、円偏光
<b>■ 複雑系解析学</b> 教 授 相 原 正 樹 助 教 稻 垣 剛 ※2011年7月31日まで 助 教 重 城 貴 信 研 究 員 1名 学 生 博士後期課程 4名 博士前期課程 7名	光で強く励起された物質の性質の理論的研究。強相関電子系における超高速光学応答、非線形光学応答、光誘起相転移、励起子ポーズ凝縮などを数式処理システムや並列計算システムを用いて解析する。 ● 強相関電子系、励起子、半導体、電子相関、光誘起相転移、光物性、超伝導、ジョセフソン効果、非線形光学、4光波混合、ポーズ凝縮、低次元物質、数式処理、並列計算、緩和現象、非マルコフ効果、ポラリトン
<b>■ 高分子創成科学</b> 教 授 藤 木 道 也 学 生 博士後期課程 1名 博士前期課程 4名 研 究 生 1名	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、 $\pi$ 共役高分子、フタロシアニン、鏡像対称性の破れ
<b>■ 光機能素子科学</b> 教 授 太 田 淳 准 教 授 徳 田 崇 助 教 笹 川 清 隆 助 教 野 田 俊 彦 研 究 員 3名 学 生 博士後期課程 5名 博士前期課程 14名	高度情報化の中心的役割を担う新しいフォトニックデバイス、即ち光・画像情報を超高速かつ柔軟に処理する新機能の創出を目指して、光ナノサイエンス技術の実験と理論の両面から研究・教育を行う。 ● イメージセンサ、フォトニックデバイス、人工視覚デバイス、体内埋植デバイス、脳内埋植デバイス、バイオメディカルフォトニックLSI、CMOS集積回路、生体適合性材料、MEMS、 $\mu$ TAS
<b>■ 情報機能素子科学</b> 教 授 浦 岡 行 治 准 教 授 石 河 泰 明 助 教 西 田 貴 司 助 教 堀 田 昌 宏 特任助教 上 沼 睦 典 特任助教 鄭 彬 研 究 員 1名 学 生 博士後期課程 11名 博士前期課程 14名	ディスプレイ、メモリ、LSIなど、次世代の情報機能をもつ半導体素子、電子デバイスの研究を行う。シリコンや化合物半導体を中心とした半導体薄膜や酸化物薄膜に、生体超分子や環境対応材料など新しい材料を導入し、表示機能、演算機能、記憶機能、通信機能、発光機能など様々な機能の高性能化をめざす。 ● 薄膜トランジスタ、ディスプレイ、フレキシブルデバイス、システムオンパネル、メモリ、LSI、バイオナノ材料、微細加工プロセス、発光素子、EL素子、ナノ粒子、High-K、誘電体、高周波通信デバイス、燃料電池



<p>■ <b>微細素子科学</b></p> <p>教授 冬木 隆                  助教 畑山 智 亮                  助教 矢野 裕 司                  研究員 1名                  学生 博士後期課程 3名                        博士前期課程 14名</p>	<p>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。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● 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</li> </ul>
<p>■ <b>反応制御科学</b></p> <p>教授 垣内 喜代三                  准教授 森本 積                  助教 谷本 裕 樹                  研究員 2名                  学生 博士後期課程 9名                        博士前期課程 10名</p>	<p>光や金属触媒を用いた有機合成反応の新しい制御法の開発、および、それを活用した生理活性有機化合物や機能性有機材料の創成に関する研究・教育を行う。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● 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、超臨界二酸化炭素</li> </ul>
<p>■ <b>バイオメテック科学</b></p> <p>教授 菊池 純 一                  准教授 池田 篤 志                  助教 安原 主 馬                  研究員 2名                  学生 博士後期課程 4名                        博士前期課程 15名</p>	<p>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。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● 人工多細胞組織体、分子デバイス、分子間コミュニケーションネットワーク、時空間分子認識、人工細胞膜マトリックス、人工シグナル伝達系、人工膜輸送、光電変換素子、情報変換素子、DNA光切断素子、分子センサ、ナノバイオリアクター、バイオインスパイアードシステム</li> </ul>
<p>■ <b>エネルギー変換科学</b></p> <p>教授 片岡 幹 雄                  准教授 上久保 裕 生                  助教 山崎 洋 一                  助教 山口 真理子                  研究員 1名                        博士前期課程 14名</p>	<p>生体における光エネルギー・光情報変換機構の解明、タンパク質構造形成及び機能発現の分子機構の解明など、生物物理学及びタンパク質設計工学に関する研究・教育を行う。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● 構造生物学、生物物理学、光生物学、蛋白質設計工学、蛋白質動力学、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、アミロイド性タンパク質、輸送タンパク質、人工蛋白質、光エネルギー変換、光情報伝達、蛋白質構造形成、タンパク質輸送、アミロイド性疾患</li> </ul>
<p>■ <b>超分子集合体科学</b></p> <p>教授 廣田 俊                  准教授 松尾 貴 史                  助教 長尾 聡                  学生 博士後期課程 3名                        博士前期課程 14名</p>	<p>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。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● 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</li> </ul>
<p>■ <b>生体適合性物質科学</b></p> <p>教授 谷原 正 夫                  准教授 安藤 剛                  助教 廣原 志 保                  助教 寺田 佳 世                  研究員 1名                  学生 博士後期課程 3名                        博士前期課程 9名</p>	<p>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。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● ポストゲノムサイエンス、インテリジェントマテリアル、ペプチド、人工コラーゲン分子、遺伝子治療、医薬、DDS、人工酵素、人工足場材料、精密設計高分子、光応答性マテリアル、光がん治療、光がん診断、X線がん治療、らせん形成高分子</li> </ul>
<p>■ <b>光情報分子科学</b></p> <p>教授 河合 壯                  准教授 中嶋 琢 也                  助教 湯浅 順 平                  特任助教 野々口 斐 之                  学生 博士後期課程 7名                        博士前期課程 14名</p>	<p>光に応答し光を制御する分子・高分子材料や有機分子と強く相互作用するナノ結晶材料の合成・開発と解析評価について研究を進め、未来の情報技術やグリーンイノベーションを支える分子システムの構築を目指します。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● 光化学材料、フォトクロミズム、分子キラリティー、イオン性液体、ナノ結晶、インテリジェント分子センサー、導電性高分子、発光性金属錯体、希土類蛍光体</li> </ul>

<p>■ <b>超高速フォトニクス</b></p> <p>教授 河口 仁 司                  准教授 黄 晋 二                  助教 片 山 健 夫                  助教 池 田 和 浩                  学 生 博士後期課程 4名                  博士前期課程 14名</p>	<p>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。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● 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、スピントロニクス、光物性評価技術、マイクロ共振器レーザー、偏光双安定面発光半導体レーザー(VGSEL)、光デバイス作製技術</li> </ul>
<p>■ <b>ナノ構造磁気科学</b></p> <p>准教授 細 糸 信 好                  学 生 博士後期課程 2名                  博士前期課程 2名                  研 究 生 1名</p>	<p>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。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● ナノ構造磁性、表面・界面磁性、伝導電子の誘起磁性、間接交換結合、巨大磁気抵抗効果、スピントロニクス、磁気構造解析、共鳴X線磁気分光・散乱、放射光</li> </ul>
<p>■ <b>光物性理論</b> ※2011年8月1日設置</p> <p>准教授 稲 垣 剛</p>	<p>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旨として、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。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● 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、励起子ボーズ凝縮、テラヘルツ分光</li> </ul>

**特定課題研究室**

高効率有機太陽電池の開発など、地球規模での環境・資源・エネルギー問題を解決し、持続的発展が可能な社会の実現を目指す新しい学問領域である「グリーンフォトニクス」という社会的要請の強い特定課題の融合領域研究に取り組むことで、豊かでクリーンな社会の実現に貢献する高度な専門知識と幅広い俯瞰能力を兼ね備えた研究者・技術者を育成する。

研究室名及び構成員(2011年6月1日現在)	教 育 研 究 分 野
<p>■ <b>グリーンマテリアル</b></p> <p>准教授 山 田 容 子                  助教 葛 原 大 軌                  研 究 員 2名                  学 生 博士後期課程 1名                  博士前期課程 4名                  研 究 生 1名</p>	<p>有機薄膜太陽電池などに利用可能な新規機能性有機材料の開発を目的に、有機半導体材料や近赤外領域に吸収をもつ色素、新規骨格を有する新しい芳香族化合物を設計・合成し、特性評価やデバイス評価を行う。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● 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</li> </ul>
<p>■ <b>グリーンデバイス</b></p> <p>特任教授 中 村 雅 一                  特任助教 松 原 亮 介                  学 生 博士前期課程 4名</p>	<p>有機結晶の配向制御、構造自己組織化プロセス、局所電子物性評価など、表面科学・材料化学・物性物理学・電子工学を総合的に応用し、持続可能社会を豊かに進化させる新たなエレクトロニクスを創出する。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● 有機半導体、有機モット絶縁体、有機分子性固体、有機薄膜成長、自己組織化プロセス、走査型プローブ顕微鏡、構造評価、電気的分光法、THz分光法、有機薄膜トランジスタ、有機太陽電池、THzイメージングセンサ、フレキシブル熱電変換素子、フレキシブルエレクトロニクス</li> </ul>
<p>■ <b>グリーンナノシステム</b></p> <p>特任准教授 内 藤 昌 信                  特任助教 信 澤 和 行                  学 生 博士後期課程 1名                  博士前期課程 4名</p>	<p>高分子・超分子化学、有機合成、表面科学、光機能材料科学を基軸とし、地球規模での環境、エネルギー、資源問題を解決するための真の融合領域研究に取り組むことで、高度な専門知識と幅広い情報俯瞰能力を兼ね備えた研究者・技術者の育成を目的とする。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● 高分子・超分子化学、表面科学、ナノチューブ、円偏光発光材料、タンパク質、エキゾチック自己組織化材料、ナノシステム、環境科学、低炭素化</li> </ul>
<p>■ <b>グリーンバイオナ</b></p> <p>特任准教授 細 川 陽 一 郎                  学 生 博士後期課程 1名                  博士前期課程 3名</p>	<p>レーザーにより細胞や蛋白質をナノレベルで操作・計測するための新技術を開発し、新しい観点から細胞や蛋白質同士さらには水分子との相互作用を明らかにし、細胞や生体組織のもつ環境適応感覚を理解し、応用するための研究・教育を行う。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● 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</li> </ul>

**連携研究室・寄附研究室**

物質創成科学研究科での研究内容に関連し、活発で質の高い研究活動を行っている関西学術研究都市周辺の企業の研究所や公的研究機関と教育研究の連携協定を締結しており、これらの研究機関の研究者に、客員教授・客員准教授として博士前期および後期課程の学生の研究教育を担当してもらっている。学生は連携研究室を配属先として選択することができ、企業などの研究所で行われている最先端の物質研究に触れることが可能である。

研究室名及び構成員(2011年6月1日現在)	教 育 研 究 分 野
<p>■(連)機能物性解析科学</p> <p>☆教授 田 中 誠                      ☆教授 佐 野 健 志                      ☆准教授 畑 雅 幸                      学 生 博士前期課程 1名</p>	<p>有機電子材料、薄膜半導体、マイクロブティクス材料などの材料分野について、微視的な観点から解析を行うとともに、これらの材料系を用いた新規な機能デバイス開発を目指す。</p> <p>● 有機電子材料、エレクトロルミネッセンス、有機薄膜トランジスタ、薄膜半導体、ヘテロ接合、太陽電池、マイクロブティクス材料、量子井戸構造、半導体レーザ、物性評価</p> <p>( 連携機関名: 三洋電機(株) 研究開発本部 )</p>
<p>■(連)メソスコピック物質科学</p> <p>☆教授 山 下 一 郎                      ☆教授 足 立 秀 明                      ☆准教授 吉 井 重 雄                      研 究 員 1名                      学 生 博士前期課程 4名                      研 究 生 1名</p>	<p>ナノとバイオを融合し、生体超分子を用いて水溶液中でナノ機能構造を作製するバイオナノプロセスの基礎・応用研究と、電子材料の薄膜形成・評価、デバイス応用を研究しています。</p> <p>● ウェットナノテクノロジー、バイオテクノロジー、ナノテクノロジー、融合研究、ナノバイオ、バイオセンサ、ナノエレクトロニクス、スピエレレクトロニクス、強相関電子材料、バイオミネラリーゼーション、電子回路、エネルギーデバイス</p> <p>( 連携機関名: パナソニック(株) 先端技術研究所 )</p>
<p>■(連)知能物質科学</p> <p>☆教授 高 橋 明                      ☆教授 向 殿 充 浩                      ☆准教授 和 泉 真                      学 生 博士前期課程 4名</p>	<p>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。</p> <p>● 磁性体薄膜、液晶、有機発光デバイス、ナノ粒子</p> <p>( 連携機関名: シャープ(株) 研究開発本部 )</p>
<p>■(連)機能高分子科学</p> <p>☆教授 伴 正 和                      ☆教授 青 野 浩 之                      ☆准教授 本 田 崇 宏</p>	<p>創薬ターゲットとしてキナーゼに着目し、コンピュータを用いたドラッグデザインやコンビナートリアルケミストリーなどの手法も用いながら医薬品の種となる新たな化合物の探索を行う。</p> <p>● 創薬科学、有機合成化学、医薬品化学、コンピューターケミストリー、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</p> <p>( 連携機関名: 参天製薬(株) )</p>
<p>■(連)環境適応物質学</p> <p>☆教授 風 間 伸 吾                      ☆教授 余 語 克 則                      ☆准教授 甲 斐 照 彦                      学 生 博士前期課程 4名</p>	<p>CO2分離回収・固定化技術の開発、および水素製造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。</p> <p>● 地球温暖化、CO2分離回収・固定、膜分離、吸着分離、水素製造、ナノ構造制御</p> <p>( 連携機関名: (財)地球環境産業技術研究機構 )</p>
<p>■(連)感覚機能素子科学</p> <p>☆教授 佐 藤 敏 幸                      ☆教授 小 関 英 一                      ☆准教授 西 本 尚 弘                      学 生 博士前期課程 4名</p>	<p>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。</p> <p>● 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</p> <p>( 連携機関名: (株)島津製作所基盤技術研究所 )</p>
<p>■(寄)濱野準一レーザーバイオ                      ナノ科学寄附講座                      ※2011年9月30日廃止                      特任教授 増 原 宏                      ☆准教授 杉 山 輝 樹                      研 究 員 4名</p>	<p>レーザーにより蛋白質、ナノ粒子、細胞を単一レベルで、操作、配列、分光し、それらとレーザー光との相互作用を理解する研究を展開するとともに、レーザー結晶化、細胞チップ作製などの新手法の開発を図る。</p> <p>● フェムト秒レーザー、顕微鏡、レーザー誘起津波、光圧、細胞チップ、蛋白質、アミノ酸、神経細胞、有機結晶、ナノ粒子</p>

注) (連):連携研究室、(寄):寄附研究室、☆印:客員教員



物質創成科学研究科 講座／研究室の教員在籍状況

物質創成科学専攻

講座／研究室	職名	H13年度	H14年度	H15年度	H16年度	H17年度	H18年度	H19年度	H20年度	H21年度	H22年度	H23年度
量子物性科学	教授	榑田 孝司 (H10.4-H14.3)	金光 義彦 (H14.4-H15.12)	金光 義彦(併) (H16.1-H18.3)			柳 久雄 (H18.4-)					
	准教授	金光 義彦 (H9.4-H14.3)	山本 愛士 (H14.4-)									
	助教	岡本 慎二 (H12.4-H13.6) 安藤 雅信 (H13.9-H13.9)	井上 英幸 (H13.11-H16.3) 石墨 淳 (H14.6-)				冨田 知志 (H18.4-)					
凝縮系物性学	教授	大門 寛 (H9.4-)										
	准教授	服部 賢 (H10.4-)										
	助教	武田 さくら (H11.4-) 松井 文彦 (H12.4-)										
複雑系解析学	教授	相原 正樹 (H10.4-)										
	准教授	高橋 聡 (H11.4-H23.3)										
	助教	稲垣 剛 (H10.4-H23.7)	重城 貴信 (H14.6-)									
高分子創成科学	教授	今西 幸男 (H8.5-H14.3)	藤木 道也 (H14.5-)									
	准教授	野村 琴広 (H11.7-H22.3)										
	助教	永 直文 (H11.4-H14.3)	内藤 昌信 (H14.7-H22.4) 郭 起燮 (H14.10-H18.2)				尾之内 久成 (H18.10-H20.10)					
光機能素子科学	教授	布下 正宏 (H10.4-H20.3)			太田 淳 (H16.10-)							
	准教授	太田 淳 (H10.4-H16.9)						徳田 崇 (H20.4-)				
	助教	徳田 崇 (H11.4-H20.3) 香川 景一郎 (H13.4-H19.9)						笹川 清隆 (H20.4-)			野田 俊彦 (H21.8-)	

第4部 研究科等の沿革 第3章 物質創成科学研究科

講座／研究室	職名	H13年度	H14年度	H15年度	H16年度	H17年度	H18年度	H19年度	H20年度	H21年度	H22年度	H23年度
演算・記憶素子科学 (~H21.3.31)	教授	塩寄 忠 (H10.4-H21.3)										
	准教授	岡村 総一郎 (H10.4-H17.3)				内山 潔 (H17.4-H21.3)						
	助教	西田 貴司 (H11.4-H21.3) 武田 博明 (H12.4-H20.6)										
情報機能素子科学	教授									浦岡 行治 (H21.4-)		
	准教授									内山 潔 (H21.4-H22.3)	石河 泰明 (H22.4-)	
	助教									堀田 昌宏 (H21.4-) 西田 貴司 (H21.4-)		
微細素子科学	教授	冬木 隆 (H9.4-)										
	准教授	浦岡 行治 (H11.4-H21.3)										
	助教	畑山 智亮 (H10.4-) 矢野 裕司 (H13.4-)										
反応制御科学	教授	垣内 喜代三 (H9.4-)										
	准教授	中野 環 (H11.4-H18.3)				森本 積 (H18.4-)						
	助教	堤 健 (H10.4-H21.12) 森本 積 (H12.4-H18.3)						加川 夏子 (H19.9-H21.5)			谷本 裕樹 (H22.4-)	
ハイオミメティック科学	教授	菊地 純一 (H10.4-)										
	准教授	池田 篤志 (H13.12-)										
	助教	佐々木 善浩 (H11.4-H20.1) 橋詰 峰雄 (H14.4-H20.3)							安原 主馬 (H21.1-)			田原 圭志朗 (H23.10-)

第4部 研究科等の沿革 第3章 物質創成科学研究科

講座／研究室	職名	H13年度	H14年度	H15年度	H16年度	H17年度	H18年度	H19年度	H20年度	H21年度	H22年度	H23年度
エネルギー変換科学	教授	片岡 幹雄 (H10.4-)										
	准教授	今元 泰 (H11.4-18.10)					今元 泰(兼) (H18.11-H19.3)	上久保 裕生 (H19.4-)				
	助教	山崎 洋一 (H12.11-)							山口 真理子 (H20.8-)			
超分子集合体科学	教授	小夫家 芳明 (H10.4-H19.3)						廣田 俊 (H19.4-)				
	准教授	釘宮 慎一 (H10.4-H18.3)								松尾 貴史 (H21.5-)		
	助教	佐竹 彰治 (H11.4-H22.3)										
生体適合性物質科学	教授	谷原 正夫 (H9.4-)										
	准教授	大槻 主税 (H10.10-H18.3)					尾形 信一(兼) (H19.1-H19.3)	安藤 剛 (H19.4-)				
	助教	尾形 信一 (H11.4-H18.12)						廣原 志保 (H19.10-)				
光情報分子科学 ※物質創成科学教育研究センターから移行(H17.4-)	教授	古賀 憲司 (H10.4-H15.3)					河合 壯(兼) (H17.4-H18.3)	河合 壮 (H18.4-)				
	准教授	白井 隆一 (H11.8-H17.3)					長谷川 靖哉(兼) (H17.4-H18.3)	長谷川 靖哉 (H18.4-H22.3)				中嶋 琢也 (H22.4-)
	助教						中嶋 琢也 (H17.4-H22.3)					
超高速7ホトクス	教授						河口 仁司 (H18.4-)					
	准教授							黄 晋二 (H19.4-)				
	助教						片山 健夫 (H18.6-)				池田 和浩 (H21.1-)	



第4部 研究科等の沿革 第3章 物質創成科学研究科

講座／研究室	職名	H13年度	H14年度	H15年度	H16年度	H17年度	H18年度	H19年度	H20年度	H21年度	H22年度	H23年度
ナノ構造磁気科学	教授	橋爪 弘雄 (H11.5-H17.3)										
	准教授	奥田 浩司 (H11.7-H14.3)										
(環境フォトニクスSRG)	准教授		細糸 信好 (H14.4-)								山田 容子 (H23.1-H23.3)	
	助教					細糸 信好(兼) (H17.4-H18.3)	細糸 信好 (H18.4-)				内藤 昌信 (H22.5-H23.3)	
光物性理論	准教授											稲垣 剛 (H23.8-)
グリーンフォトニクス	准教授											山田 容子 (H23.4-)
	助教											葛原 大軌 (H23.5-)
	教授											中村 雅一 (H23.5-)
	助教											松原 亮介 (H23.4-)
	准教授											内藤 昌信 (H23.4-)
	助教											信澤 和行 (H23.4-)
グリーンバイオナノ	准教授											細川 陽一郎 (H23.4-)
機能物性解析科学 (連携講座／研究室)	教授	津田 信哉 (H10.4-H15.3)										野村 康彦 (H22.4-)
	助教	柴田 賢一 (H10.4-H22.3)			西尾 晃治 (H15.4-H19.3)			田中 誠 (H19.4-)				
ミクスロビック物質科学 (連携講座／研究室)	教授	榎間 博 (H10.4-H18.3)										
	准教授	三露 常男 (H10.4-H15.3)					足立 秀明 (H18.4-)					
機能物性解析科学 (連携講座／研究室)	教授	北川 雅俊 (H10.4-H15.3)										
	准教授						上田 路人 (H18.4-H21.3)				吉井 重雄 (H21.4-)	

第4部 研究科等の沿革 第3章 物質創成科学研究科

講座／研究室	職名	H13年度	H14年度	H15年度	H16年度	H17年度	H18年度	H19年度	H20年度	H21年度	H22年度	H23年度
知能物質科学 (連携講座／研究室)	教授	鈴木 彰 (H10.4-H14.6)	高橋 明 (H14.8-)									
	准教授	向殿 充浩 (H10.4-)								和泉 真 (H21.4-)		
機能高分子科学 (連携講座／研究室)	教授	岩本 信也 (H10.4-H13.6)	河島 俊一郎 (H14.4-H17.3)			伴 正和 (H17.4-)						
	准教授	池田 孜 (H12.4-H14.3)				青野 浩之 (H17.4-)						
環境適応物質学 (連携講座／研究室)	教授	井須 俊郎 (H10.4-H13.7)				本田 崇宏 (H17.4-)						
	准教授	藤田 和久 (H13.8-H17.3)										
環境適応物質学 (連携講座／研究室)	教授	山口 務 (H10.4-H13.12)	八嶋 建明 (H14.4-H16.3)		山田 興一 (H16.4-H18.6)			藤岡 祐一 (H18.7.1-)				
	准教授	鈴木 栄二 (H10.4-H14.3)			余語 克則 (H16.4-)							
感覚機能素子科学 (連携講座／研究室)	教授	田畑 研二 (H10.4-H13.12)			風間 伸吾 (H16.4-)							
	准教授	吉田 多見男 (H10.4-H19.3)										
レーザーバイオナノ科学 (旧濱野準一 レーザーバイオ ナノ科学) (寄附講座／研 究室) ～H23.9.30	教授	大谷 文彦 (H10.4-H16.3)			中西 博昭 (H16.4-H22.3)			小関 英一 (H19.4-)				佐藤 敏幸 (H22.4-)
	准教授	中西 博昭 (H10.4-H16.3)				西本 尚弘 (H16.4-)						
レーザーバイオナノ科学 (旧濱野準一 レーザーバイオ ナノ科学) (寄附講座／研 究室) ～H23.9.30	教授								増原 宏 (H20.10-H23.9)			
	准教授									杉山 輝樹 (H20.10-H23.5)		
												細川 陽一郎 (H20.10-H23.3)