

ANNUAL RESEARCH REPORT

Vol.8

研究成果報告書 第8巻(2009年)

Nanoscience and Nanotechnology Center
ISIR, Osaka University

大阪大学産業科学研究所
産業科学ナノテクノロジーセンター

目 次

センター長の挨拶	1
産業科学ナノテクノロジーセンター 概念と組織図	2
専任分野	
ナノ機能デバイス研究分野	4
ナノ極限ファブリケーション研究分野	6
ナノ構造・機能評価研究分野	8
ナノ機能予測研究分野	10
ソフトナノマテリアル研究分野	12
バイオナノテクノロジー研究分野	14
客員・兼任分野	
環境・エネルギーナノ応用分野	16
ナノ知能システム分野	17
ナノ医療応用デバイス分野	18
ナノシステム設計分野	20
ナノデバイス評価・診断分野	23
ナノテクノロジー産業応用分野	25
業績	
ナノ機能デバイス研究分野	29
ナノ極限ファブリケーション研究分野	31
ナノ構造・機能評価研究分野	35
ナノ機能予測研究分野	36
ソフトナノマテリアル研究分野	39
バイオナノテクノロジー研究分野	41
環境・エネルギーナノ応用分野	49
ナノ知能システム分野	49
ナノ医療応用デバイス分野	52
ナノテクノロジー産業応用分野	53

共同研究	54
第1回若手セミナー	60
外国人・国内客員教員	61
附属施設	
オープンラボラトリー	62
ナノ加工室	63
ナノテク先端機器室	64
阪大複合機能ナノファウンダリ	65
編集後記	

センター長の挨拶

安蘇 芳雄

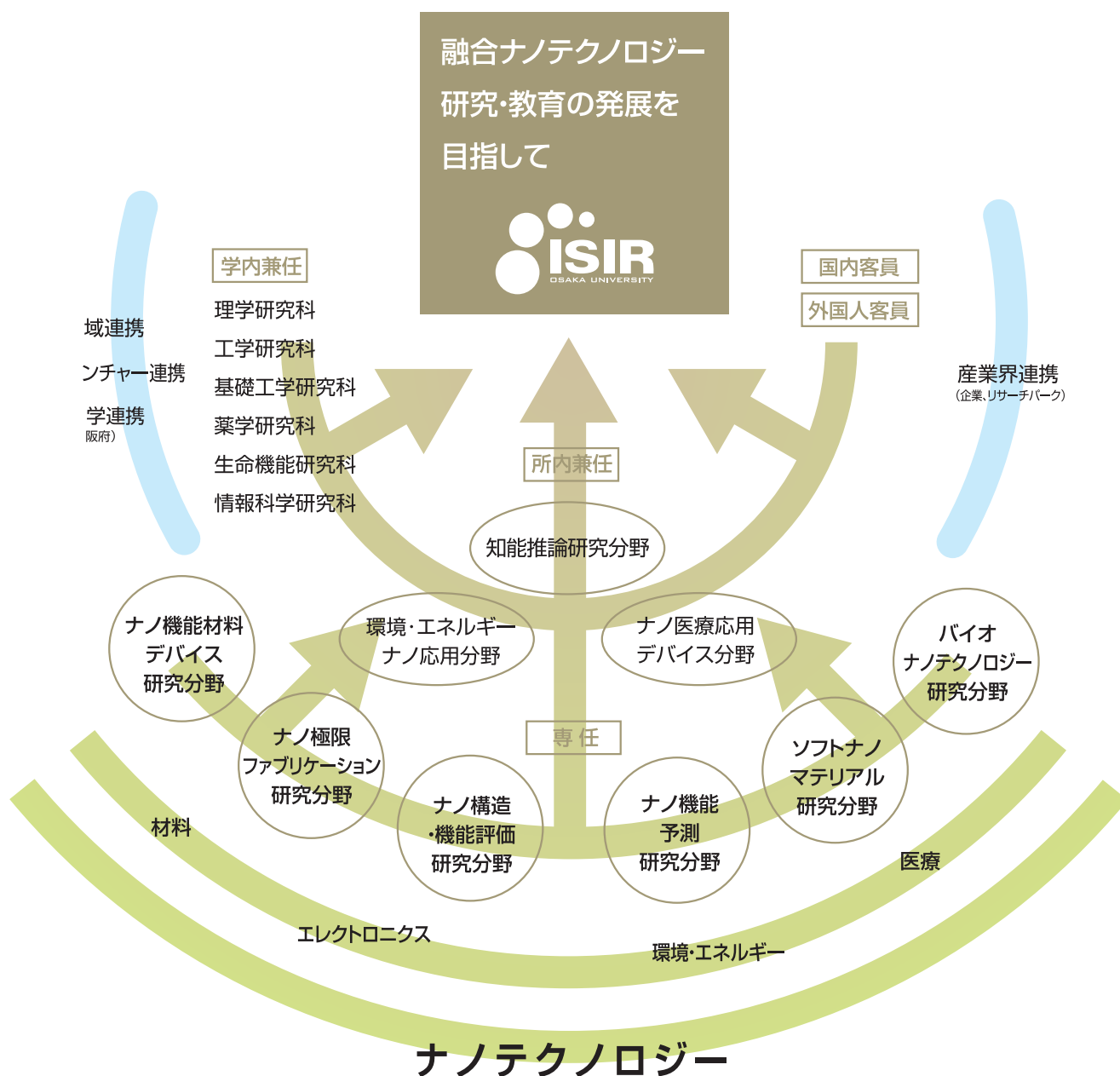


産業科学ナノテクノロジーセンターは、原子・分子を積み上げ材料を創製するボトムアップナノテクノロジー、材料を極限まで削りナノデバイスを作製するトップダウンナノテクノロジー、さらにそれらの融合による産業応用を目指して総合的にナノサイエンス・ナノテクノロジーを推進することを目的として、2002年に産業科学研究所に設置された全国初のナノテクノロジーセンターです。2009年に産研の大幅な改組に伴い、専任6研究分野を中心とした新しい組織に充実強化されました。

設立当初は、専任3、所内兼任7、学内兼任3、国内・外国人客員3の16研究分野からなる3研究部門制で発足しました。2003年にはナノテクノロジー総合研究棟が完成し、全学のナノテクノロジー研究を推進するためのオープンラボラトリーの運用も開始されました。また、産学官の学外ナノテクノロジー研究者のための共同施設としてナノテクノロジープロセスファンドリーが設置され支援活動を開始しました。2004年には20研究分野からなる4研究部門に拡充されました。さらに、2006年にナノ加工室が設置され、2007年にナノテクノロジープロセスファンドリーに代わって阪大複合機能ナノファウンドリがスタートしました。

新しい産業科学ナノテクノロジーセンターは、専任6研究分野を中心として、所内兼任3、学内兼任6、国内・外国人客員3の18研究分野からなり、さらに、新たにナノテクノロジーに特化した供用最先端機器を設置するナノテク先端機器室を設けました。当初付されていた時限を撤廃して、幅広くハード、ソフト、生体材料分野においてトップダウンとボトムアップナノプロセスの融合によるナノシステムの創成、さらに、理論および評価との研究融合により新たな展開を図ることでナノテクノロジー研究を学際融合基盤科学技術へと発展させることを目指しています。また、学内・国内・国外の多彩なネットワークを構築して、ナノテクノロジー研究の拠点となることを目指しています。

産業科学ナノテクノロジーセンター概念図



▶沿革

■2002年 設置(10年時限)

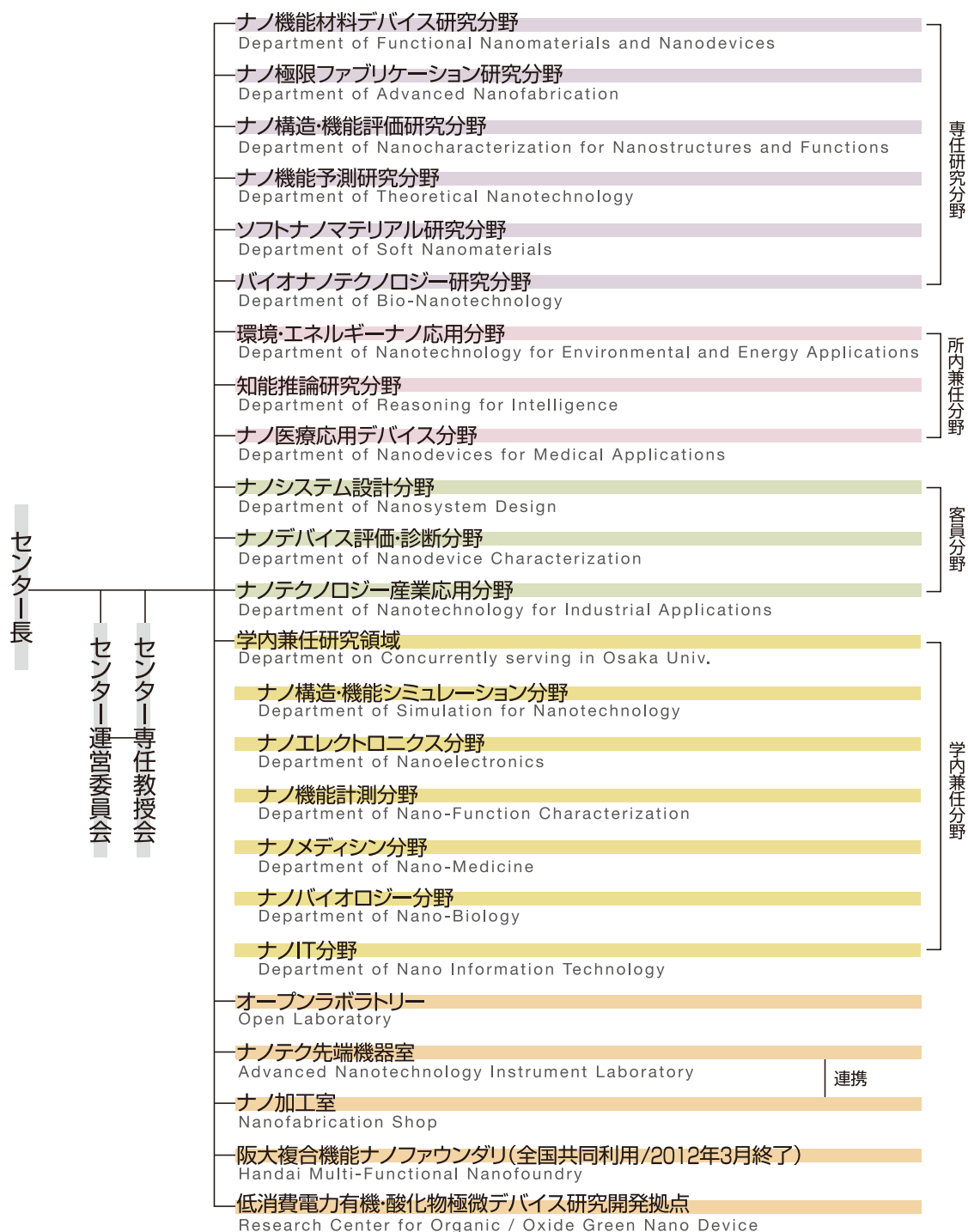
原子・分子を積み上げ、材料を創製する**ボトムアップナノテクノロジー**、材料を極限まで削りナノデバイスを作製する**トップダウンナノテクノロジー**、さらにそれらを**融合**して積極的な**産業応用**を目指し、総合的にナノサイエンス・ナノテクノロジーを推進することを目的として設置された全国初のナノテクノロジーセンター。

3研究部門で発足（専任3、所内兼任7、学内兼任3、国内・外国人客員3の16研究分野）

■2003年

ナノテクノロジー総合研究棟が完成 オープンラボラトリーの運用開始

産業科学ナノテクノロジーセンター組織図



2004年

4研究部門、20研究分野に拡充



2009年

新組織に充実強化(時限を撤廃)(専任6、所内兼任3、学内兼任6、客員3の18研究分野)

各分野で確立され根付いたナノテクノロジーの要素を基に、新しい融合ナノテクノロジー研究の基礎を確立し、学際融合基盤科学技術への発展を目指す。多彩なネットワークを構築し、拠点となることを目指す。

ナノ機能材料デバイス研究分野

教授	田中 秀和
助教	神吉 輝夫
助教	服部 梓 (平成 22 年 2 月 1 日採用)
特任助教	CHA Nam Goo
大学院学生	高見 英史
学部学生	尾野 篤志、阪本 卓也
事務補佐員	池田 恵

a) 概要

様々な外場(光、磁場、電場、温度等)に対し巨大に応答する遷移金属酸化物材料群を対象とし、トップダウンナノテクノロジー(超微細ナノ加工技術)とボトムアップナノテクノロジー(超薄膜・ヘテロ接合・人工格子結晶成長)とを融合することによって、望みの位置に、望みの物質・電子状態の空間的配置と次元性をナノスケールで任意に制御する技術論・方法論の確立を行っている。その発展には、光・電界・磁界・温度の外場情報を検出し、界面を通じて巧みな情報交換・学習・記憶をする3次元多機能集積型ナノデバイス・システムの創出を目指している。今年度の主な研究成果として、①ナノインプリントリソグラフィによる磁性酸化物ナノ構造の一括大面積形成と物性評価、②タンゲステンドープ酸化バナジウム薄膜の電子状態評価、③酸化バナジウムを用いた新規情報処理デバイスに向けた確率共鳴特性の評価を行った。

b) 成果

・ナノインプリントリソグラフィによる磁性酸化物ナノ構造の一括大面積形成と物性評価

機能性酸化物に対するナノ微細化加工技術の発展は、強相関電子特有のナノ物性の興味に加え、素子作製および高集積化に直結する重要な課題である。しかし、酸化物材料・デバイスにおいてフォトリソグラフィなどにより $1\mu\text{m}\sim 200\mu\text{m}$ 程度のサイズでプロトタイプが作製されているのが現状であり、集積化、高効率化、新動作原理発見などを実現するには新たなナノ加工技術の開発が非常に重要となる。そこで、私たちは、酸化物薄膜に対して、Mo ナノマスクリフトオフインプリント法を提案し研究を進めた。今年度は、磁性酸化物を用いたナノヘテロ構造の一括大面積形成と電気物性評価を行った。

高温強磁性酸化物($\text{Fe,Mn})_3\text{O}_4$ 薄膜のナノ構造体を以下のようなプロセスにより作製した。図 1(a)に示すように、 $\text{Al}_2\text{O}_3(0001)$ 単結晶基板上に塗布した性質の異なる2層レジスト膜に石英モールドによりドットパターンを形成後、

CF_4 、 O_2 プラズマエッチングを用いて、反応性の違いにより、上部レジストを残し、下部レジストを側面から削っていく手法により、モールドサイズ以下のナノ構造体を作製することができた。続いて、スパッタ成膜装置によりMoドットナノマスクを形成し、その後、アセトン洗浄を行い残留有機レジストを

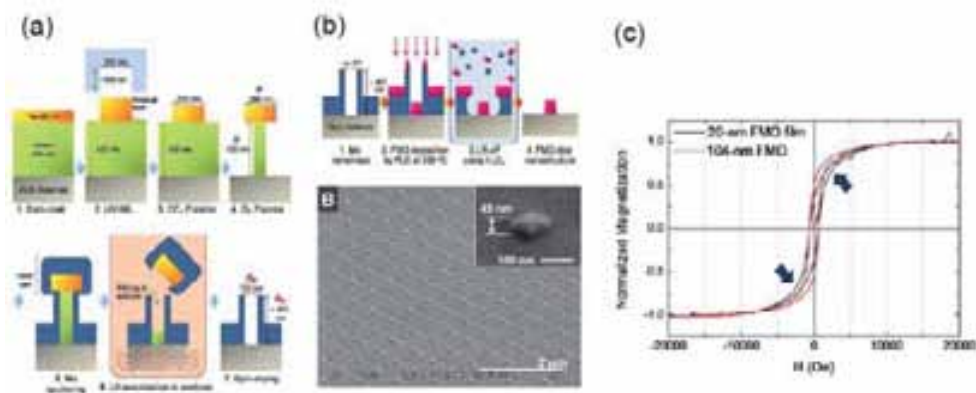


図 1 (a)ナノ構造作製手順、(b)PLD 法による FMO 薄膜形成とナノドット SEM 画像、
(c)FMO 薄膜と FMO ナノドットの磁化曲線

除去した。最後に、PLD法により、金属酸化物薄膜 ($(\text{Fe,Zn})_3\text{O}_4$) を積層し、 H_2O_2 によるMoリフトオフにより、酸化物ナノドットを形成した。このような独自手法を用いて、従来のモールドサイズ限界を超えた、60 nm x 60 nmサイズのエピタキシャル $(\text{Fe,Mn})_3\text{O}_4$ ナノドットアレイを大面積で得ることに成功した(図 1(b))。X線構造回折評価により、良好な単結晶 $(\text{Fe,Mn})_3\text{O}_4$ であることを確認し、磁気測定の結果、室温で強磁性であることが分かった(図 1(c))。この成果は、複雑な 3 次元ナノ構造体作製を可能し、現在この技術を応用した酸化物ナノ構造体形成の研究を進めている。

・タングステンドープ酸化バナジウム薄膜の電子状態評価

二酸化バナジウム (VO_2) は、巨大金属-絶縁体転移に起因する抵抗変化により、ボロメータ等の熱センシングデバイスの有力な材料である。しかし転移温度 T_p が 340Kと室温に比べて高いため、相転移を室温付近に制御する必要がある。従来のボロメータ用に酸素欠損を導入した VO_x 薄膜は、センサー感度の指標となる比抵抗の温度変化率 ($\text{TCR}=(1/\rho)(d\rho/dT)$) が室温付近で-2%/K程度であった。本研究は、室温でのTCRの向上を目的に、Wをドープした VO_2 エピタキシャル薄膜を作製した。X線回折の結果、 $\text{Al}_2\text{O}_3(0001)$ 基板上に (010) で配向成長することを確認し、良好な単結晶膜であることが分かった。また、 $x=0.01$ において、相転移温度を制御することに成功し (図 2(a)) 室温付近で-10%/Kを超える高いTCRを実現した (図 2(b))。x=0.01 のサンプルに対して、SPring-8 (BL15XU) 硬X線光電子分光測定 ($h\nu=5.95\text{keV}$) を行い、Wの 4d軌道のスペクトルから、Wが 6 価でドープされていることがわかった (図 2(c))。この結果は、Wをドープすることにより V^{4+} から V^{3+} へフィリング制御できることが示唆され、キャリアドープによって金属状態を安定化することによってTCRが向上したと考えられる。現在は、ドープ量応じた電子状態変化を系統的に調べることによって、詳細な物性変化のメカニズムを調べている。

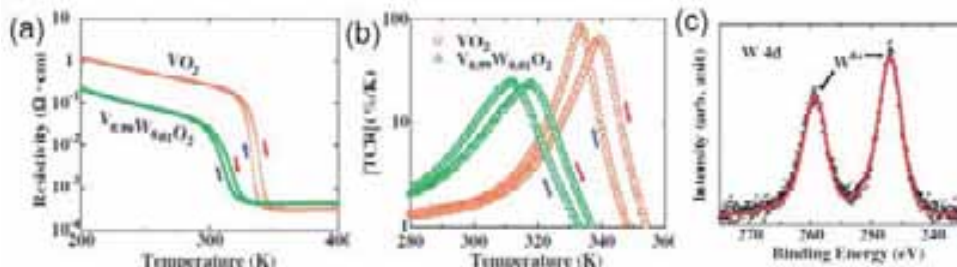


図 2 (a) VO_2 , $\text{V}_{0.99}\text{W}_{0.01}\text{O}_2$ 薄膜の抵抗の温度依存性、(b) VO_2 , $\text{V}_{0.99}\text{W}_{0.01}\text{O}_2$ 薄膜の TCR の温度依存性 (c) 光電子分光による W4d の内核スペクトル

・酸化バナジウムを用いた新規情報処理デバイスに向けた確率共鳴特性の評価

また、 VO_2 の金属-絶縁体転移による巨大非線形応答を利用することによって、これまでにない新機能発現が期待される。本研究は、 VO_2 の持つ巨大非線形応答に着目し、生体の神経伝達方法を真似た新概念酸化物エレクトロニクス素子を提案、創出することを目的としている。生体は、環境雑音、内部雑音を利用しながらニューロンのような非線形電気信号を伝達しているといわれている。雑音により情報伝達能力を向上させる原理は「確率共鳴」と呼ばれており、この原理をエレクトロニクス材料開発に取り入れ、活用することによって、生体のようにノイズを利用した情報伝達が行えると考えている。今回は、 VO_2 を用いて固体材料で初めて確率共鳴特性を発現させることに成功し、ノイズによって信号情報伝達が可能であることが分かった。図 3 には、入力信号と出力信号の時系列データとノイズ強度に対するその入出力信号相関比を示す。確率共鳴特有の釣鐘型になり、あるノイズ強度で信号伝達能力が向上することを確認した。この結果は、今までにはない環境ノイズを利用した信号情報を伝播・処理をする究極の超低消費電力型電子情報デバイス創生につながると期待される。

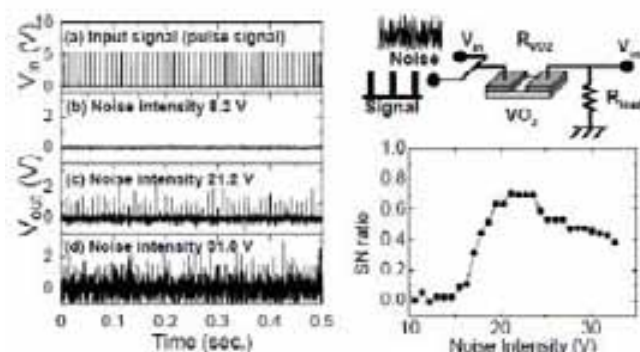


図 3 入力信号と出力信号の時系列データ、及び確率共鳴特性

ナノ極限ファブリケーション研究分野

教授	吉田 陽一
准教授	楊 金峰、古澤 孝弘
助教	近藤 孝文
特任助教	菅 晃一
客員教授	小方 厚
学部学生	梅田 陽平、松木 皓亮
事務補佐員	古林 美絵

a) 概要

極限ナノファブリケーションを実現するために、時間・空間反応解析手法を用いた量子ビーム極限ナノファブリケーション基礎過程の解明を通して、量子ビーム反応の制御方法の開発を目指している。それらを支えるために世界最高時間分解能を有するフェムト秒・アト秒パルスラジオリシスシステムの開発、ナノ空間内の量子ビーム誘起高速現象の解明およびレジスト材料・極端紫外光（EUV）リソグラフィに関する研究を行っている。

b) 成果

・フェムト秒パルスラジオリシスによる水和電子の生成過程の研究

原子力発電所の冷却水や放射線医療などでは、水の放射線化学が重要である。水に放射線が照射されるとイオン化によって電子が生成し、電子は周囲の水分子 6 個を配向させて溶媒和（水和）して安定化することが知られている。また、フェムト秒レーザー多光子励起実験の結果から水和電子の前駆体として水和前電子が存在することが知られている。しかしながら、水和前電子を経て水和電子が生成するまでは 1 ピコ秒程度の超高速反応であるため、パルスラジオリシス法による水和電子生成過程の観測には至っていなかった。我々は阪大産研のフォトカソード RF 電子銃ライナック（時間分解能 250fs）を用いて、水和電子の生成過程の観測に世界に先駆けて成功した。また、電子捕捉剤を添加することにより、水和電子に加え水和前電子の拡散過程が明らかになった。

・フェムト秒パルスラジオリシスによるポリエチレンモデル化合物中のジェミニートイオン再結合の研究

ポリエチレンモデル化合物の放射線化学初期過程をフェムト秒パルスラジオリシスにより研究した。ポリエチレンのモデル化合物であるn-ドデカン中のジェミニートイオン再結合の時間挙動をneatドデカンと電子捕捉剤やカチオン捕捉剤を含んだ溶液中で測定した。拡散理論に基づいた理論シミュレーションによって、測定した溶液の条件におけるジェミニートイオン再結合過程を解析することによって、はじめて励起ラジカルカチオンを見出した。ドデカン中の励起ラジカルカチオンの寿命は、7 psだった。励起ラジカルカチオンとトリエチルアミンの反応速度定数は、 $3.3 \times 10^{11} \text{ dm}^3 \text{ mol}^{-1} \text{ s}^{-1}$ であり、この値は通常の拡散律速反応の速度定数よりも一桁大きい。更に励起ラジカルカチオンの74%はラジカルカチオンに緩和し、残りの26%が電子とジェミニート再結合することが明らかとなった。

・アト秒電子線パルス発生のためのフェムト秒フォトカソードRF電子銃の開発

アト秒パルスラジオリシスのために、フェムト秒フォトカソードRF電子銃の開発を行った。フェムト秒UV光をフォトカソードRF電子銃に入射し、電子線パルスの発生を行った。電荷量が8 pCのとき、電子銃におけるRFパルス圧縮が軸方向空間電荷効果を低減し、200 fsの電子線パルスを得ることに成功した。電子銃における加速位相とソレノイドの地場強度を最適化することにより、RFエミッタンスを減少させ、1.2 mm-mradの低エミッタンス、フェムト秒高品質電子ビームの発生を行い、フェムト秒フォト

カソード電子銃におけるビームダイナミクスを明らかにした。フェムト秒電子線パルスの高次効果を補正した磁気パルス圧縮のシミュレーションを行い、アト秒電子線パルスを発生できることが明らかとなった。

・EUV リソグラフィの研究

次世代電子ビーム・極端紫外光用レジストとして開発が進められている化学増幅型レジストの放射線反応過程を、パルスラジオリシス法および電子ビーム露光後の分光分析により調べ、ポリスチレン誘導体をはじめとする反応中間体のダイナミクス、酸発生機構における酸発生効率および高分子マトリクス中でのプロトン移動の高分子構造依存性を明らかにした。特に、 C_{37} パラメーターと酸の収率が相関することおよび高分子主鎖中のホール移動を明らかにした。電子線リソグラフィはトップダウン型ナノテクノロジーにおいてもっとも解像度が高い加工システムである。微細加工材料においてパターン形成に利用される短寿命中間活性種のナノ空間内での三次元空間分布とその経時変化を解明することにより、ナノスケールのレジスト表面ラフネスと反応機構が密接に関係していることを明らかにした。微細化の進んでいる半導体加工用レジスト材料の加工誤差の制御は分子サイズまで要求が高まってきている。このため、ポリマー中の酸発生剤(PAG)分布、またポリマー自身の薄膜状態における配向など解明し、これらの制御を可能にしなければならない。本研究は薄膜の深さ方向での密度分布を測定し、薄膜状態におけるポリマー中のPAGのナノ分布を解明した。

ナノ構造・機能評価研究分野

准教授 石丸 学
大学院学生 中村 文彦、西山 勇作、服部 貴洋
事務補佐員 富井 茂子

a) 概要

新しい機能材料の創製には、材料の局所構造、電子状態を正確に知ることが重要となってきた。当研究分野では、非晶質ならびにナノ結晶が示す特異な性質と局所構造との関係に注目した研究を進めて来ている。高分解能電子顕微鏡法、ナノビーム電子回折法、電子線エネルギー損失分光法などを利用して、これらの局所構造、電子状態を解析し、機能との関連を調べる研究を行う一方、得られた知識を新しい機能材料の設計に向ける研究や、新しい局所構造解析手法の開発などを行っている。また、種々の条件下での材料の局所構造の予測、物性の予測をする目的で、分子動力学法、モンテカルロ法などによる局所構造シミュレーションや、バンド計算による電子状態の解析なども行っている。

b) 成果

・低次元ナノ構造体の極微構造解析

エピタキシャル成長では、結晶表面における原子の拡散が組織や極微構造を決定する重要な因子となる。この表面原子の拡散を制御することにより、バルク結晶では達成できないナノ構造体を実現することが可能である。今回我々は、結晶成長表面に形成される同種原子が集合した領域（クラスター）を制御することによりナノスケール相分離を自発的に発生させ、数ナノメートル程度の周期で高度に配列した低次元ナノ構造体を実現できることを見いだした。図1 (a)は、ガスソース分子線エピタキシーによりInP(001)基板上に420°Cで成長させたTlInGaAsN/TlInP量子井戸構造の断面明視野像で、電子線は[110]方向から入射している。明るい層がTlInGaAsN、暗い層がTlInPで、両者の間には明瞭な界面が存在する。前者の層において成長方向に対して垂直に変調構造が見られ、電子回折図形にはそれに対応する衛星反射が存在する。一方、これとは90°異なる[1-10]方向からの観察ではTlInGaAsN層は均一なコントラストを呈することが確認され、変調構造は(1-10)面上に広がったシート状の形態を有することが明らかとなった。高角度環状暗視野観察（図1 (b)）およびエネルギー分散型X線分光法により、TlInGaAsN層はIn

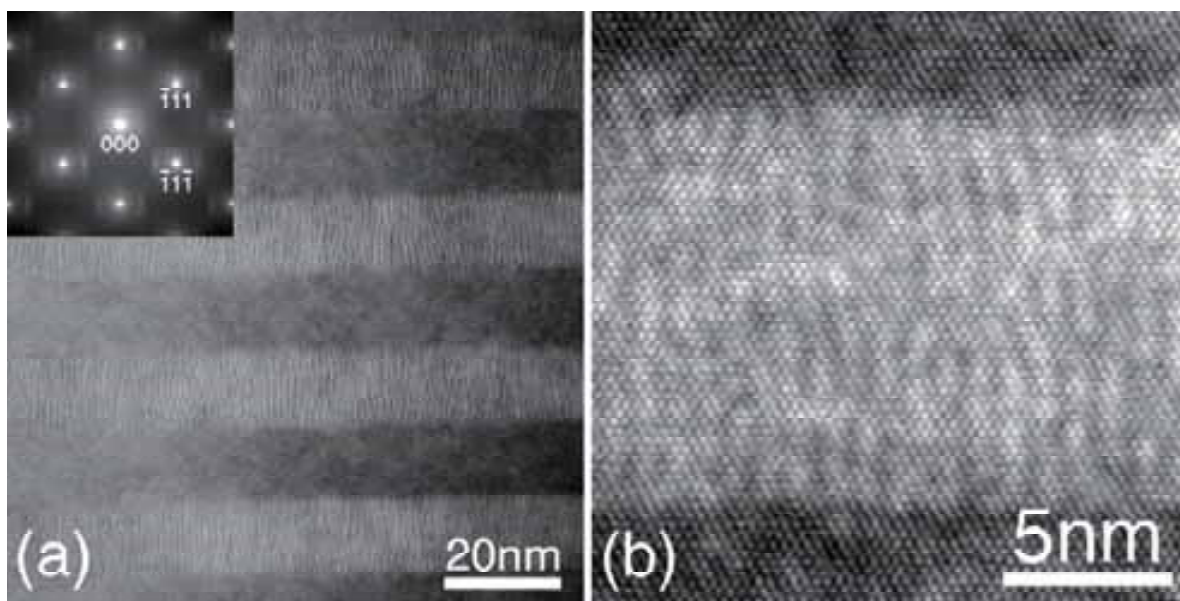


図1 (a)TlInGaAsN/TlInP 多重量子井戸構造の断面明視野像および電子回折図形。(b)TlInGaAsN 層から得られた高角度環状暗視野像。電子線はいずれも[110]方向から入射している。成長方向に対して垂直な濃度変調が、TlInGaAsN 層には形成している。

リッチおよびGaリッチ領域に相分離しており、本試料において、いわゆるlateral composition modulationが実現されていることが明らかとなった[論文 8]。第2隣接原子間相互作用まで考慮したイジング型結晶成長モデルを基に組織形成過程について考察を行った結果、結晶成長表面に形成された同種原子が集合した領域が起点となり、自己組織化によりクラスターが成長方向に沿って伸びることが明らかとなった。従来、lateral composition modulationは歪み場を利用して作製が試みられているが、その周期はいずれも10nm以上である。これに対して、今回我々は規則化を制御することにより従来の手法では達成できなかった超短周期(~1nm)のlateral composition modulation構造を実現している。このことは、III-V族混晶のエピタキシャル成長時における規則化と相分離を制御することにより、従来達成することが困難だった低次元ナノ構造体の創製が可能であること示している。(本研究は、産業科学研究所朝日研究室および東北大金属材料研究所今野研究室と共同で行われた。)

・イオン照射GaNにおける化学的不規則性

イオン注入には損傷の形成がつきまとうため、材料特性を制御する上で照射誘起構造変化に関する知見を得ることが必要不可欠である。本年度は、サファイヤ基板上にエピタキシャル成長させたGaNにイオン照射を施し、その極微構造を透過電子顕微鏡法により調べた。図2は、2MeVのエネルギーでAuイオンを $7.35 \times 10^{15} \text{cm}^{-2}$ 照射したGaNの断面明視野像である。回折コントラストの違いより、A~Eで示した層状構造が形成されていることが分かる。高分解能像観察および電子回折実験より、AおよびCはアモルファス・ナノ結晶、BおよびDは積層欠陥を含んだ結晶であることが確認できた。Cの領域には矢印で示した様に N_2 バブルが多量に存在する。基板内部のアモルファス・結晶領域は注入イオンがターゲット(GaN)の原子をノックオンすることにより形成されたのに対し、基板表面のダメージはノックオンされた原子が表面に移動することにより生成したと考えられる。このため、両者の構造は異なる可能性がある。そこで、原子配列に関する情報を電子線動径分布解析により調べた。イメージングプレートを利用することにより、逆格子空間で 300nm^{-1} に渡る散乱情報を得ることが出来た。図3は、A(破線)およびC(実線)の領域から得られた2体分布関数である。参考のため、ウルツ鉱型構造を有するGaN結晶の原子間距離と配位数も棒で示している。いずれの場合も、結晶GaNの原子間距離に一致する所にピークが見られ、アモルファス・ナノ結晶領域はウルツ鉱型構造と同様の構造を有することが確認された。ただし、第1ピークと第2ピークの間に結晶では存在しないGa-Ga結合によるピークが見られ、その量は基板内部の方が多くなっている。また、Ga-N結合による第1ピークは基板内部の2体分布関数の方が低くなっている。上述した様にCの領域では N_2 バブルが出来るため、余剰のGa原子が生じる。このため、基板内部のアモルファス・ナノ結晶領域ではGa-N結合が少なくなるとともにGa-Ga結合が顕著になると考えられる[論文 14]。(本研究は、米国パシフィックノースウェスト国立研究所W. J. Weber博士、Y. Zhang博士と共同で行われた。)

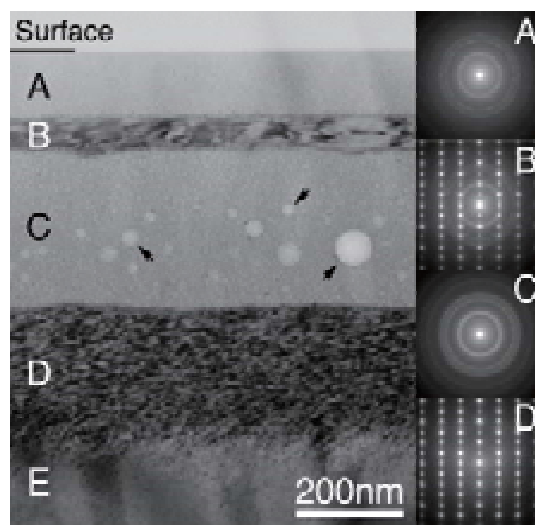


図2 イオン照射 GaN の断面明視野像および電子回折図形。回折図形は約 80nm のビーム径で得られている。回折コントラストより層状構造を有することが分かる。A、C：アモルファス・ナノ結晶層、B、D：欠陥を含んだ結晶層、E：GaN 基板。

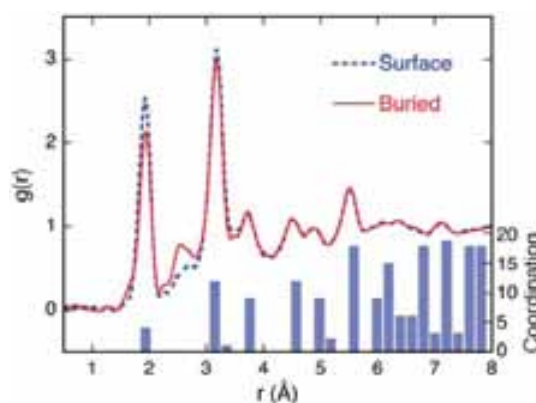


図3 基板表面(破線)および内部(実線)から得られた2体分布関数。横軸の棒はウルツ鉱型構造 GaN の原子間距離と配位数を表す。

ナノ機能予測研究分野

准教授	白井 光雲、森川 良忠（～平成 21 年 9 月 30 日）
教授(兼任)	森川 良忠（平成 21 年 10 月 1 日～平成 22 年 3 月 31 日）
特任研究員	柳瀬 章
招へい教授	本河 光博
博士研究員	柳澤 将（～平成 21 年 9 月 30 日）
大学院学生	豊田 健治、出倉 春彦、石定 惇、中江 伸也、森村 英幸、小森 尚平、 西郷 登洋、安田 泰雅
事務補佐員	垣内 美奈子、伊藤 僚子（～平成 21 年 9 月 30 日）

a) 概要

・第一原理電子状態計算によるナノ構造の物性予測と物質設計

計算機ナノマテリアルデザイン分野では、従来のバルクでは見られないような様々な物性が出現するナノ構造物質の性質を、理論的手法を用いて解明する。用いる手法は密度汎関数理論に基づく第一原理計算であり、あらゆる経験的パラメータを排除し原子番号のみの入力で行う。さらに、実験的に得られたナノ構造の解明だけでなく、新規な機能を持つ新たなナノ構造物質を理論的に設計し、ナノ物質探索をリードしていく。

また、このようなナノ領域現象の解明のためには従来の第一原理計算の発展・拡張が必須である。現在の第一原理計算の原理、密度汎関数理論の対象は基底状態に限られるが、実験的に多くの現象は励起状態に関係する。そのため、その重要性に鑑み、その方法論の発展をも行う。

b) 成果

・Si中のCu不純物複合体の発光機構と発光素子デザイン

半導体中の不純物制御はデバイスプロセスにとって重要である。Si中のはデバイス領域に拡散するとそのパフォーマンスを低下させるので有害物質として知られている。しかしその不純物通しが結合し複合物を作ると、高効率発光センターとなることが知られている。しかしその複合体は、Cuペアという理解がこの20年間なされていたが、極く最近、実験的にそれは間違っていることが示された（M. L. Thewalt *et al*, *J. Appl. Phys.* **101** (2007) 081724）。我々は、その構造がCu₄であることを理論的に解明し、かつその形成過程に重要な示唆を与えた。その複合体形成の核には置換位置のCuが関与していることを示した。この複合物のつくる複雑なフォトルミネッセンスの同位体分裂（図1）を説明する理論は今のところない。この分裂の機構を説明するため、縮退したフォノンの寄与を考え、それが実験の分裂を良く一致することを初めて示した[プロシーディングス5]。

・二十面体ベースの半導体ホウ素系材料における超伝導マテリアルデザイン

ホウ素系物質は二十面体構造を持った半導体で非常に多くの結晶多形がある。この系は電子格子相互作用が強く、うまくキャリアがドーパされ

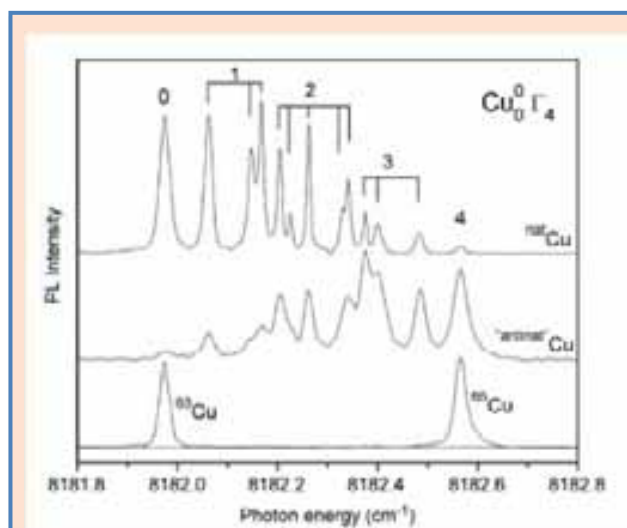


Fig. 1, Complicated isotope shifts of PL 1014-meV line discovered by Thewalt.

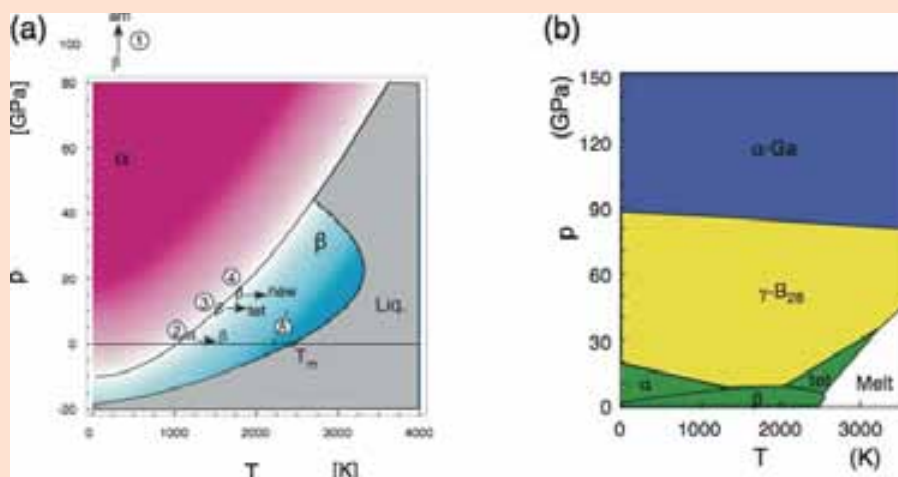


Fig. 2, Prediction of phase diagram of boron; (a) by the present author, (b) by Oganov (Nature, 457 (2009) 863).

れば高い転移温度 T_c を持つ超伝導が期待されている[2]。実際に β 相を出発点として高压下で超伝導が発見され注目されている。しかしその高压相がどういう構造のものであるか？相転移があるのか？など興味深い疑問にはほとんど答えられていない。どころかホウ素に関しては相図という基本的なものが欠落しているのである。我々は、この超伝導探索をする前にまずホウ素の相図を理論から予測することから出発した（図2）。

ホウ素の相図を予測できたため、この方面での物質探索に大きな指針ができた。まずこの相図により、 α 相は高压で安定であることが明らかにされ、それゆえ高压での超伝導探索はこの α 相に於て実行された。我々はこのテーマで実験グループと共同研究を進め、最近ようやくこの α 相に於て高压で超伝導が発見されるに至っている。これは理論からの物質探索のアプローチの勝利である。

さらにこの研究の重要な点は、高压で安定な α 相を用いたおかげで、 β 相を出発点としていてはとても得られなかった、数々の物理的な機構が明らかにされた。まず、相転移に関しては、 α 相は超伝導転移に至るまで、相転移を起こしていないということが明らかにされた。これは二十面体構造を保った超伝導が現れたことを意味し、超伝導の機構解明に大きく寄与する[1]。

次に、構造を保ったまま、どのように半導体から金属に転移するのかという基本的な疑問に対し、それは二十面体構造の柔軟性、すなわち二十面体構造を保ちながら、配位数を連続的に変えることができる柔軟性を持つことを明らかにした。

実験では、超伝導転移する前に、抵抗の圧力依存性にくびれがしばしば報告されており、それは相転移が起きている事の証拠と考えられてきた。しかし実験では相転移は起きていないのである。それに関わらず、抵抗の圧力依存性にくびれが生じるのはなぜか？我々はバンド構造の圧力依存性を詳細に調べ、たとえ結晶構造が連続的に変わっても、バンドの曲がり（bowing）が一種の変曲点を持つ場合は、ギャップの圧力変化にくびれが生じることを見いだした（図3）。それが抵抗のくびれを引き起こすことを示した。このように、実験で起きている事を理論で全てうまく説明できることを示した。

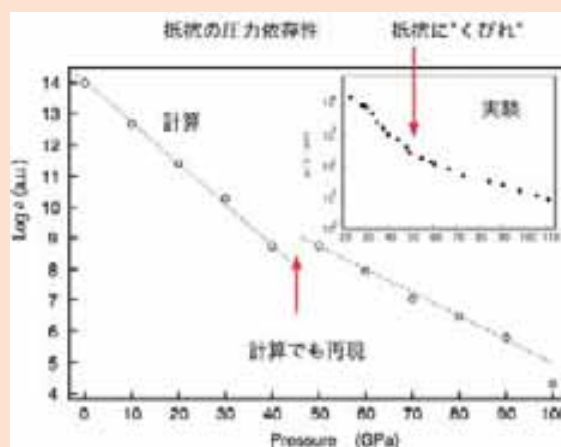


Fig. 3, Kink structure in the pressure dependence of resistivity of α -boron

ソフトナノマテリアル研究分野

教授	安蘇 芳雄
准教授	家 裕隆
助教	辛川 誠
大学院学生	遠藤 克、二谷 真司、廣瀬 智哉、 野澤 貴博、浜野 雄矢、櫻井 隆裕、西田 和史
学部学生	植田 将司
事務補佐員	今井 珠沙世、謝 明君 (2010.1.～)、谷 悦子 (2010.3.～)
技術補佐員	牧野 丈夫

a) 概要

有機物質の機能を分子のレベルで解明し制御することを基盤として、優れた電子・光機能を有する有機分子の開発と構造物性相関、および、機能評価と有機エレクトロニクス応用の一貫した研究を行っている。有機エレクトロニクスに適した有機機能分子の開発、および、分子スケールエレクトロニクスを志向したナノスケール π 共役分子材料の分子設計と物質合成、それらの物性有機化学と機能有機化学の研究を中心に、1) π 電子共役系の化学修飾による高い電子移動度を示す有機半導体材料の開発、2) π 電子共役系の自己会合性増大によるキャリア輸送パスの形成を利用した光電変換材料の開発、3) 分子エレクトロニクス素子に適したナノスケール分子材料の開発を目的として、機能化分子ワイヤおよび金属電極接合ユニットの開発と評価を進めている。

b) 成果

・有機エレクトロニクス材料の開発

有機エレクトロニクス材料として、n 型有機トランジスタ材料、p 型有機トランジスタ材料、両極性有機トランジスタ材料、および、有機メモリー材料の開発を行った。

π 電子共役系に電子求引性基を導入することでn 型特性が発現する事が知られている。当研究室では、強い電子求引効果とオリゴマーにおける共役平面性保持の観点から、フッ素化およびカルボニル化シクロペンテンを縮環させたチオフェンやカルボニル基で架橋したビチアゾールをユニットとするオリゴマーを合成してきた。物性評価により期待どおりの高い電気陰性効果と共役鎖の高い平面性に加え、電荷輸送に適した固体状態での分子間相互作用の存在が明らかとなった[原著論文 3, 8, 10](図1)。それら知見をもとに、カルボニル基で架橋したビスチアゾールを含むオリゴマーの末端基を電子受容性の高い構造に変化させ、さらに、塗布法に適用可能となるように可溶化基の導入を試みたいくつかのオリゴマーを合成した。その結果、これらの化合物が溶液塗布による薄膜形成が可能で、高い電子移動度と大気下での安定駆動を示すn 型 FET 材料となることを見いだした。一方で、ジフルオロオキシシクロペンテン縮環チオフェンを用いて、さらに電子吸引性基であるジシアノメチレン基を導入したチオフェンを合成し、これを末端とする新規共役系オリゴマーの開発を行った。サイクリ

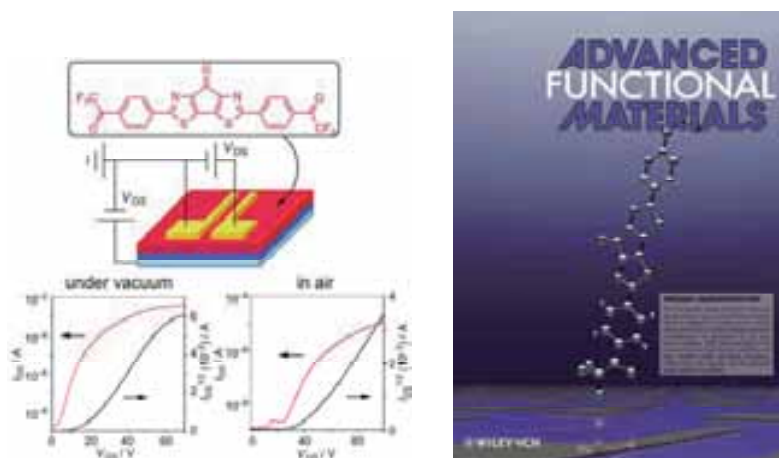


図1 カルボニル架橋ビチアゾールと n 型電界効果トランジスタ

ックボルタメトリー測定においては、大気下での安定駆動に必要な低い LUMO レベルを示唆する還元波を示した。溶液塗布による FET 素子は期待通りの高い電子移動度と大気下での駆動を示した。また、これらオリゴマーの幾つかは、可視域から長波長域までの広い吸収範囲を有することが分かった。これは他の化合物では見られない特異なもので、予備的な光電変換素子作成・評価実験において、新規 n 型有機薄膜太陽電池応用への展開へと繋がる結果が得られている。

塗布薄膜での高効率キャリア移動の達成を目的として、オリゴチオフェンをベンゼン環の 1,3,5 位で連結した分岐型オリゴチオフェンの合成と物性評価を行っている[原著論文 1](図 2)。分岐構造を有するオリゴチオフェンが 3 次元的な π 共役系に由来する強い相互作用を示すことから、新たに分岐構造を有する高分子化合物を合成し、FET 素子作製・評価により分岐鎖が物性に与える影響を検討した。FET 素子による電流電圧測定では、典型的な P 型半導体の電流電圧特性を示した。また、分岐鎖の伸長と共に電界効果移動度の向上が見られ、 π 共役の長い分岐鎖は FET 特性の向上に寄与していることがわかった。自己会合性を有する分岐型オリゴチオフェンの末端にフラーレンを連結させることで、有機薄膜内での正孔、電子それぞれの輸送に適した経路が構築されることに伴う両極性の半導体特性が得られることを明らかにしている。そこでフルオロアルキル基の排他的な相互作用による凝集効果を利用した分子配向制御を試み、従来の化合物に比べ高い電子移動度と正孔移動度を示す化合物の合成に成功した。また、この化合物は光電変換材料として機能することも示唆され、今後の展開が期待される。

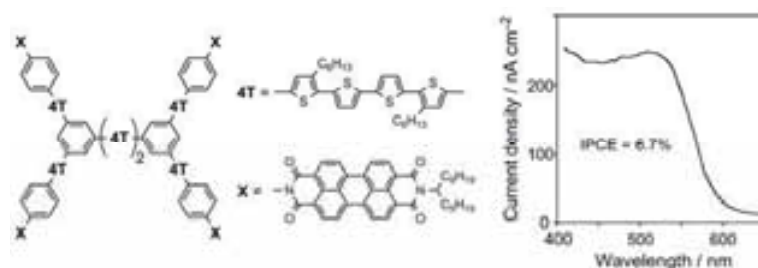


図2 分岐型オリゴチオフェンと光電変換

有機メモリー材料として利用可能な化合物の開発を目的に、意図的にねじれを有するポリチオフェンを合成し、基本物性とそれを使ったデバイス作製評価を行った。チオフェンの β 位への置換基の導入により、隣接するチオフェン環との間に大きな 2 面角を形成し、 π 共役を阻害する分子を設計・合成した。この化合物を使って、ITO 付ガラス基板上にスピコート法により薄膜を形成し、金属電極を蒸着することで電極-有機物-電極のサンドウィッチ構造のデバイスを作製し電流電圧測定を行った。電圧はプラスからマイナスで循環するように連続的に変化させて測定した。電圧掃引により電流が流れない状態（高抵抗状態）と電流が流れる状態（低抵抗状態）を交互に変化させることができ、記憶素子として機能することを見出した。

・分子エレクトロニクス材料の開発

確実な金属電極接合と効率的な電子注入の実現を目的に、各種官能基を有する三脚型アンカーユニットの合成と単分子膜の評価および両末端にアンカーユニットを導入したフェニレンエチニレン分子ワイヤの電気伝導度測定を行った。すでに報告しているテトラフェニルメタン骨格[原著論文 5](図 3)を用い、ピリジル基、アミノ基を有する化合物を合成した。チオール基を有する三脚型化合物と比較するとピリジル基を有する化合物の吸着量は約 1 桁小さく、アミノ基を有するものではチオール基と同等の結果となった。ピリジル基やアミノ基など接合能が弱いとされる官能基においても、三脚構造とすることで金電極との接合が可能であることが示唆される。一方、STM によるブレイクジャンクション法で、フェニレンエチニレンの両末端にピリジル三脚アンカーを導入した化合物の電気伝導度を測定したところ、 $5 \times 10^{-4} G_0$ という良好な数値を示し、三脚型分子は金電極との接合に対して有効であることが明らかとなった。

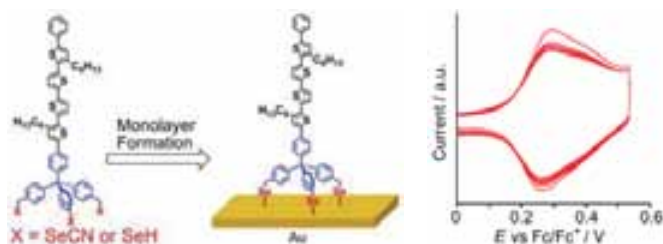


図3 三脚型アンカーユニット

バイオナノテクノロジー研究分野

教授	川合 知二
准教授	松本 卓也、谷口 正輝
助教	田中 裕行、柳田 剛（平成 22 年 1 月 14 日まで）
特任教授	李 恵ヨン
特任助教	李 奉局
博士研究員	金井 真樹、筒井 真楠、高木 昭彦
研究員	韓 美正
大学院学生	鈴木 光治、小林 匠、横田 一道、長島 一樹、川口 英幸、岡 敬祐、瀬川 祐司、河野 正人、森本 康友、橘田 晃宜、今井 祐輔
学部学生	野田 哲矢
事務補佐員	藤林 乃理子、野木 由美子

a) 概要

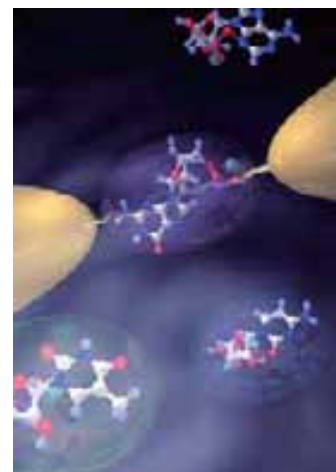
私達のグループでは、“すぐれた機能材料・デバイス・システム”の創成に向かって、「多機能が調和した材料・デバイスの科学」「バイオ分子デバイスの科学」を主な研究課題としている。レーザーを用いた原子層制御材料の設計・合成により、通常は実現できない構造や機能を持つ物質・材料を人工的に創りだし、それを“五感センサ・脳型メモリ”へと発展させること、走査プローブ顕微鏡により DNA など表面上にある 1 分子の観察および分光と分子マニピュレーションを行い、バイオ分子デバイスや新しいバイオチップの開発へと展開することを行っている。また、コンピュータを利用して物質の結晶構造変化や電子状態を予測する計算科学も主要な研究課題としている。

主な研究課題としては、①レーザープロセスによる機能調和人工格子及びナノ構造の創成、②SPM による DNA 等のバイオ分子のナノサイエンス・ナノテクノロジー、③バイオチップの開発、④DNA を用いたバイオ分子デバイスの開発、が挙げられる。

b) 成果

・トンネル電流による塩基分子の識別

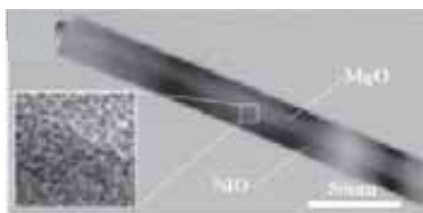
約 1nm の電極間距離を持つナノ電極を用いて、DNA を構成する核酸塩基分子 1 個を電極間にはさみ、流れる電流を測定したところ、3 つの核酸塩基分子において異なる電流値を示すことを発見し、電流計測により核酸塩基分子の種類を 1 分子単位で識別できることを実証した。本手法は、アメリカ合衆国の国立衛生研究所が進める 1000 ドルゲノムシーケンスを実現する次々世代 DNA シーケンサーの基本原則として期待されており、本研究は世界に先駆けこの基本原則の実証に成功した。開発した手法は、これまでの DNA シーケンサーとは全く異なる検出原理を持っており、オーダーメイド医薬、精確な犯罪捜査、ウィルスの超高速検査などを実現する超高速・非標識・低コスト DNA シーケンサーへの応用が期待される。[論文 18]



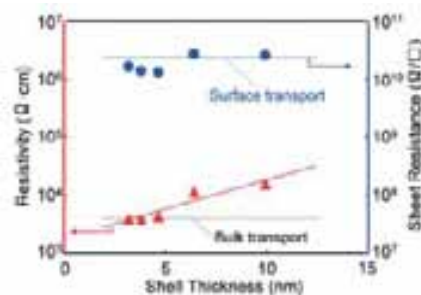
・レーザープロセスによる機能性酸化物 1 次元ナノ構造体の創成

自己集合的に形成される 10nm 径以下の酸化物ナノワイヤ(MgO)を用いてヘテロナノワイヤ構造体を形成し、従来困難であった機能性酸化物材料(NiO, Co₃O₄等)の 1 次元ナノ構造化に成功した。大気暴露を介さない in-situ 法を導入することにより極めて良質なヘテロ界面を形成することに成功した。更に、非接触伝導測定法を用いることにより、作製された MgO/NiO ヘテロナノワイヤ構造体の本質的な伝導機

構を明らかにした。



MgO/NiO ヘテロナノワイヤ構造体の TEM 像



非接触法による MgO/NiO ナノワイヤの抵抗率シェル層厚み依存性

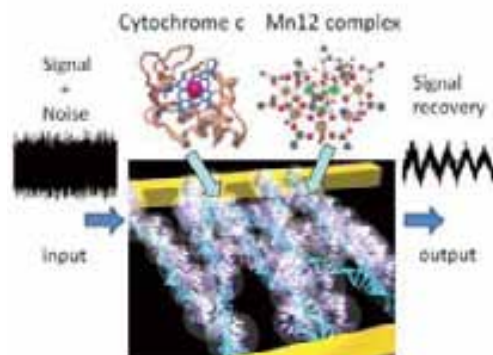
・SPMによるDNAの単分子シーケンシング

一分子シーケンシングするためのDNA分子の伸張固定方法を独自に開発することにより、7千塩基も有する長い実際のファージ（M13 と呼ばれるウイルス）DNA の個々のヌクレオチドを走査型トンネル顕微鏡により可視化し、塩基識別することに世界で初めて我々は成功した。その結果、グアニン塩基特有の局所状態密度を可視化・分光及びマッピングに成功し、得られたグアニンの配列パターンが、データバンクに掲載されている塩基配列情報でのグアニンの配列パターンとほぼ一致することを明らかにした。7千塩基と長い実際のDNA が、STM によって単分子シーケンシング可能であることを世界で初めて実証した。[論文 29]



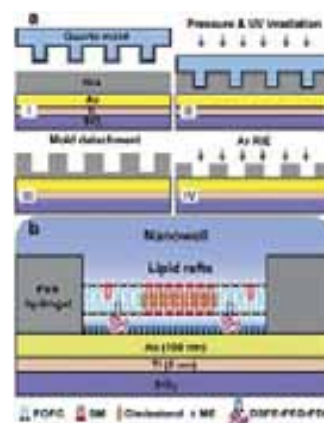
・分子自己組織化ネットワークの確率共鳴動作

個々の分子が自己組織的に結合した分子によるニューラルネットワークの構築をめざした研究を展開しています。電子移動タンパク質や多核錯体が安定な酸化・還元機能を有する点に着目し、有機分子が本来有する電子的局在性を生かした分子間の電子トンネリングやホッピングを利用したデバイスを形成した。電子伝達タンパク質シトクロム c や Mn_{12} 核錯体は酸化還元中心を持つので、閾値特性を示す単分子デバイスと言えます。DNAを用いて、シトクロム c を配列し、多数の閾値デバイスがネットワーク状に連結した確率共鳴デバイスの創成に成功した。



・脂質二重層ラフトのナノアレイ

膜蛋白質関連新薬スクリーニングのためのナノバイオセンサー開発研究を展開しています。脂質の非特異的吸着を制御できる Poly(vinyl alcohol) (PVA) を ultraviolet-nanoimprint lithography (UV-NIL) で直接ナノインプリント後、膜蛋白質の機能および活性維持に最も適合すると知られている tethered lipid bilayer raft membranes を PVA ナノウェルの中で固定化することに成功した。



環境・エネルギーナノ研究分野

教授 安藤 陽一（兼任）

a) 概要

本研究分野では、産業科学ナノテクノロジーセンターが有するマイクロ・ナノ加工のための設備と技術を利用して、環境・エネルギー問題の解決に役立つ高温超伝導材料・スピントロニクス材料・高効率熱電変換材料などの物性研究を行っている。本年度は特に、トポロジカル絶縁体という新しい量子物質に注目して研究を行った。

b) 成果

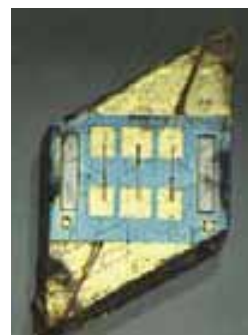
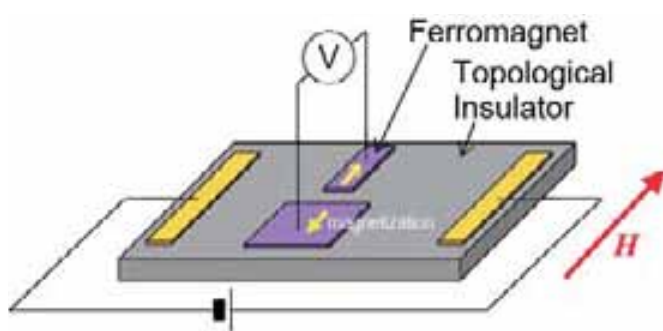
・トポロジカル絶縁体の基礎物性解明

電子の持つスピンの向きを制御するスピントロニクスにおいては、いかにスピンを制御するかが技術の中心である。「スピンホール効果」と呼ばれる現象は電場によるスピン流の生成を可能にするものとして理論的に提案され、2004年にその存在が実証されて以来、大きな注目を集めている。さらに2007年には、物質中の価電子帯の持つ位相幾何学的な性質によって、バルクには絶縁体だが表面に無散逸のスピン流が存在するような物質があるのではないかと理論的に予測され、そのような物質は「トポロジカル絶縁体」と名付けられた。応用の観点からは、その無散逸のスピン流をデバイスに応用できれば、超省エネルギー型のスピントロニクスが実現できる可能性がある。

ここ1～2年の間に、実際に $\text{Bi}_{1-x}\text{Sb}_x$ 、 Bi_2Se_3 、 Bi_2Te_3 がトポロジカル絶縁体であることが明らかになり、現在、その新しい量子力学的状態の解明が物性物理学における重要なテーマになっている。我々は $\text{Bi}_{1-x}\text{Sb}_x$ の高品質単結晶を作製し、そのスピン偏極表面状態に起因する量子振動効果の観測に初めて成功した。

・トポロジカル絶縁体におけるスピン流検出

上記の物性解明研究と並行して、トポロジカル絶縁体によるスピントロニクス素子開発のための基礎研究も行っており、現在、トポロジカル絶縁体表面に存在すると考えられている無散逸のスピン流の直接検出を目指している。今年度は、トポロジカル絶縁体 $\text{Bi}_{1-x}\text{Sb}_x$ の上に強磁性スピン電極を形成し、スピンバルブ効果によって表面スピン偏極を検出するデバイスの試作を行った。このデバイスの概念図と写真を図に示す。



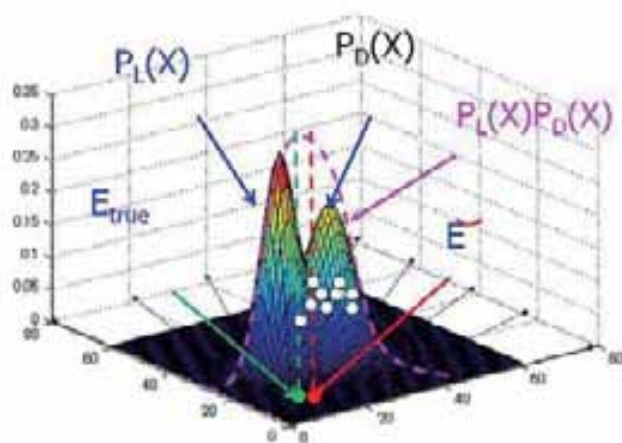
トポロジカル絶縁体 $\text{Bi}_{1-x}\text{Sb}_x$ 表面のスピン流をスピンバルブ効果によって検出するデバイスの概念図と試作品

ナノ知能システム分野

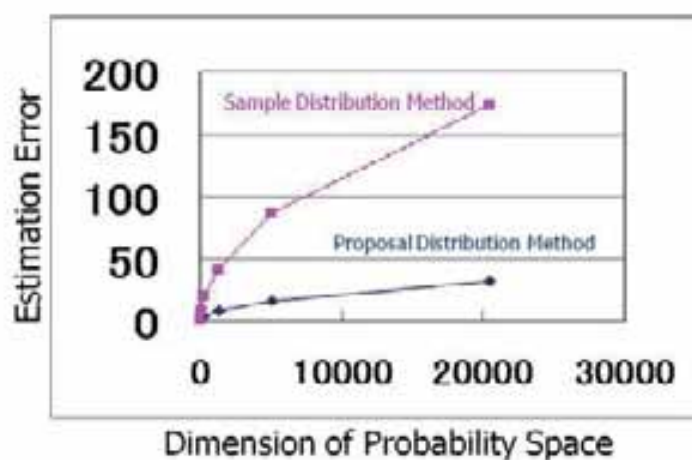
教授 鷲尾 隆

概要

実験と計測技術の進歩に伴って、ナノテクノロジー研究分野において大量の実験データが蓄積されつつある。しかしながら、研究者を含む人間の情報処理能力の限界により、そのような大量データから科学的、工学的に意義深い知識を手動で効率的に抽出することは難しい。この問題を解決ないし軽減するために、本研究部門では様々な推論や探索アルゴリズムを駆使して大量データから人間にとって意味の大きな知識を抽出ないし推定する手法の開発を行っている。本年度は、昨年に引き続き大規模化量子実験におけるデータ推定手法の開発に取り組んだ。量子実験がもたらす状態密度行列の実験測定結果は、その背後の物理的メカニズムによって半正定性という性質を満たすことが分かっている。しかし、実際には実験測定器側の誤差や欠測により不完全な状態密度行列しか測定できず、動作検証すら困難であることが多い。本研究では本来満たされるべき半正定性を尤度として利用し、大規模かつ複雑な量子実験結果がもたらす標本分布から精度の高い尤度推定結果を得るプロポーザル分布法の開発研究を進めた。その結果、大規模な実験結果から高精度推定を行う可能性を明らかにした。



大規模な高次元空間における標本分布，尤度及び尤度推定の関係



開発したプロポーザル分布法と従来の標本分布法の精度比較

ナノ医療応用デバイス研究分野

教授 野地 博行 (兼任)

a) 概要

マイクロ・ナノ加工技術を駆使し、多剤耐性細菌や持続生残型細菌を1細胞レベルの高感度で迅速に検出・同定するデバイスを開発している。また、多剤耐性の一因となる多剤排出トランスポータータンパク質の活性を1細胞レベルで迅速に検出するマイクロデバイスを開発している。

b) 成果

・多剤耐性緑膿菌の迅速・高感度検出を行うマイクロ・ナノデバイスの開発

日和見感染菌である緑膿菌は、抗がん剤投与等で免疫力が低下した患者を時に死に至らしめる。特に近年、複数の抗生物質が効かない多剤耐性緑膿菌が医療現場に出現しており医療現場で問題となっている。緑膿菌の感染に対する迅速かつ適切な薬剤処方を行う上で、耐性菌の簡便・迅速な検出法の開発が望まれており、本課題ではこれを達成するデバイスの開発を行っている

緑膿菌の臨床分離株を102株分離し、従来の標準法を用い、感受性株、1剤耐性株、2剤耐性株、多剤耐性株(MDRP)に分類した。次に、新規にデザインしたマイクロ流路を用いて同様の分類を行い、標準法の結果と比較した。その結果、標準法とマイクロ流路を用いた新規手法でほぼ同じ分類結果が得られることが明らかとなった(図1)。特に、標準法では判定に18時間要するのに対し、新規法では3時間で判定が可能であり、判定時間の大幅な短縮に成功した。



図1. マイクロ流路による緑膿菌多剤耐性株 (MDRP) の迅速検出

・多剤排出トランスポーターの活性を迅速かつ高感度に計測するマイクロ・ナノデバイスの開発

緑膿菌の多剤耐性を獲得する原因の一つに、様々な薬剤を菌体外に積極的に排出する多剤排出トランスポーターの発現亢進があげられる。本課題では、多剤排出トランスポーターの阻害剤開発に利用するための排出活性迅速計測デバイスの開発を行っている。

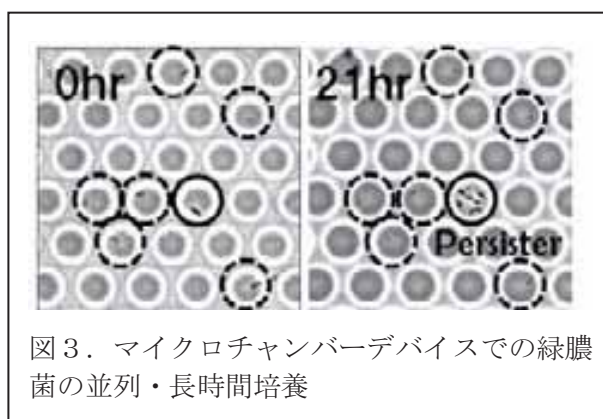
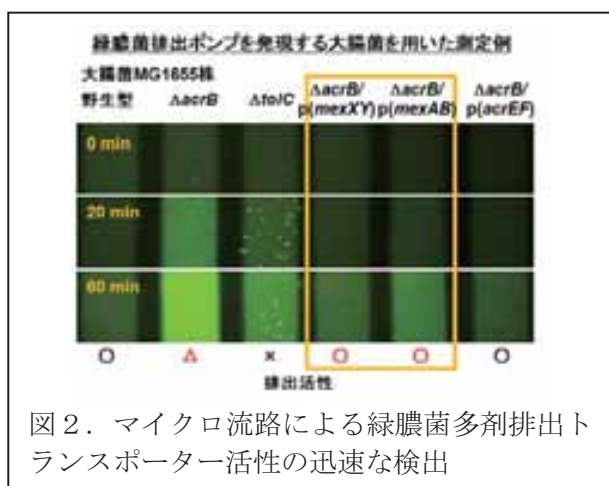
多剤排出トランスポーターを欠損した大腸菌に、緑膿菌の多剤排出トランスポーターである MexAB-OprM および MexXY-OprM システムを発現させる系を構築した。この大腸菌に発現するβ-ガラクトシダーゼにより蛍光色素フルオレセインに分解される物質、FDG (Fluorescein-β-D-galactopyranoside) を排出基質として用い、マイクロ流路内で緑膿菌の多剤排出トランスポーター活性を20分程度の短時間で検出するデバイスを開発した(図2)。

・持続生残型細菌の迅速・高感度検出を行うマイクロ・ナノデバイスの開発

薬剤に対する自然耐性菌である持続生残型細菌(persister)は、特に結核菌をはじめとする病原菌で

問題となっている。本課題では、緑膿菌の **persister** 出現頻度の基礎的知見を得るとともに、**persister** を迅速に検出するデバイスを開発している。

緑膿菌の標準株であるPAO1 を、耐性基準よりも 100 倍高い濃度のカルベニシリンで処理したのち、希釈系列を作製して**persister**の出現頻度を調べた結果、およそ 1000 分の 1 であった。そこで、 $10^4 \sim 10^5$ 個レベルの細菌を個々に識別しつつ並列で長時間培養して**persister**を効率的に検出するマイクロチャンバーデバイスの開発を行った（図 3）。



ナノシステム設計分野

客員准教授 酒井 政道（平成 21 年 7 月 1 日～平成 21 年 9 月 30 日）

a) 概要

我々の最近の研究によれば、水素吸蔵体 YH_2 では、(i) 電子濃度＝正孔濃度、電子移動度＝正孔移動度が近似的に成立しているために、ホール係数が極端に小さくなること、(ii) ホール係数 R_H と電気抵抗率 ρ の間に正の相関関係が成立することなどが見出されている。したがって、結晶の品質を高めて残留抵抗を低くすれば、さらに小さな R_H 値が期待できる。ホール伝導度がゼロという特殊な状況は、今後スピントロニクスなどナノテクノロジー分野への応用が考えられる。 Y は従来、スパッタ法で成膜してきたが、ターゲット作製の段階で不純物が混入し、それが成膜後の結晶品質に影響を及ぼしている可能性が考えられた。一方、電子ビーム (EB) 法では購入した高純度チャンクが蒸着源としてそのまま使用できるので、スパッタ法に比べて不純物の混入の機会が少ないと考えられる。本研究では、EB法による Y の成膜を複数の条件下、また、 Y 膜の水素雰囲気処理を複数の条件下で行い、 YH_2 の結晶品質を悪くする原因のひとつである酸化物 Y_2O_3 が膜製造プロセスのどの段階でどのような条件の下で生成するのかについて調査した。

b) 成果

3つの有用な知見が得られた：(1) EB蒸着によって作製した Y 単膜(約 500 nm)の超低角斜入射X線回折パターンには、明確な結晶 Y_2O_3 による回折線は観測されなかったが、水素雰囲気処理をした後には、 Y_2O_3 に帰属できる回折パターンが弱いながらも明確に観測された。このことから、 Y_2O_3 は、 Y の成膜時よりむしろその後の水素雰囲気処理中に、特に、その反応温度が高いほど生成しやすいことが分かった；(2) Y の水素化によるfccの YH_2 相の生成が処理温度 270℃・処理時間 15 分でも可能であることが確認された；(3) Y 単膜のX線回折パターンは、主に(102)と(103)の回折強度が大きい場合(A)とそれが相対的に小さい場合(B)の2つのタイプに分類できるとともに、水素雰囲気処理に関しては、Aの方がBに比べて、良好な結果（生成する酸化物 Y_2O_3 が少ない）をもたらす傾向があることが分かった。また、任期中に、関連分野の研究者・大学院生を対象に、「金属－水素配位空間における電気伝導機構とその制御－ Y と H の化合物が示す特異な伝導特性－」の題目でセミナーを行ったが、有益なコメント・討論いただいた。

ナノシステム設計分野

招へい准教授 金澤 靖（平成 21 年 10 月 1 日～平成 21 年 12 月 31 日）

a) 概要

本研究分野では、コンピュータビジョンとメディア処理に関する研究をしている。特に、内視鏡カメラを使った腸管映像の解析等の医用画像処理の研究を行っている。

b) 成果

・腸管の 3 次元復元のための内視鏡画像間の対応付け

本論文では、腸管の 3 次元構造を復元するために、内視鏡カメラなどで撮影した動画像から、フレーム画像間の対応付けを行う方法を提案する。複数画像から 3 次元構造を復元するためには、画像間の対応を決定することが重要である。通常の画像のための特徴点検出法の多くは画像内で濃淡変化の顕著な個所を検出するため、腸管などの画像においては、例えばハレーションを起こした場所など、その構造とは無関係な場所に特徴点を検出してしまう。そこで、提案法では、腸管画像において、まず腸管の構造の復元に適した壁部分を強調し、その壁の上の特徴点を検出する方法を提案する。更に、そのような特徴点に適した特徴量とその対応付け法を提案する。そして、実画像を用いた実験により、提案法の有効性を示す。

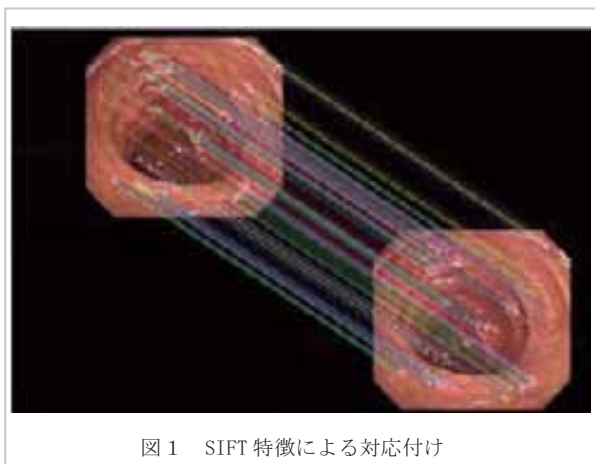


図 1 SIFT 特徴による対応付け

・内視鏡カメラ映像からの腸管の 3 次元形状の復元

本論文では、内視鏡カメラなどで撮影した腸管などの動画像から、その 3 次元形状を復元する方法を提案する。内視鏡カメラは、その移動を厳密に計測することが難しいことや、カメラの移動に伴い、観測範囲も移動したり、照明条件も変化することから、対応付

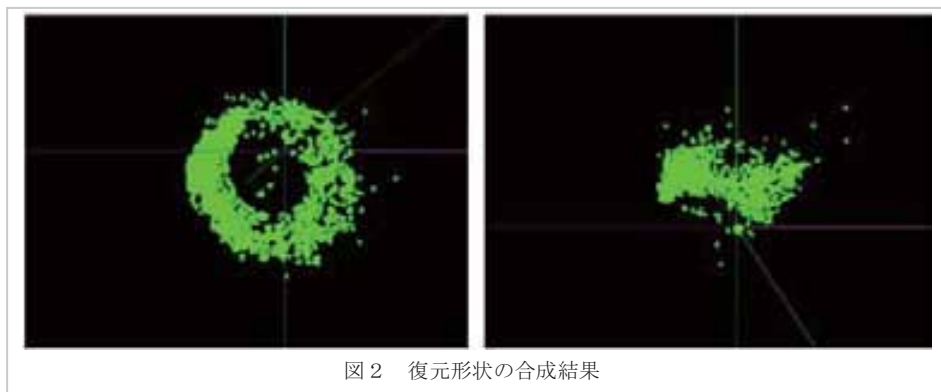


図 2 復元形状の合成結果

けも含め、その 3 次元構造の復元は極めて難しい。提案法では、まず、腸管の構造復元に適した特徴点の検出とその対応付け法により得られた 2 画像間の対応から、内視鏡映像特有の知識を利用した誤対応の除去を行う。そして、その対応を用いて、カメラの移動情報を用いずに、2 画像のみからの 3 次元復元を行い、得られた復元形状をつなぎ合わせることで、より大きな腸管の形状を復元する。実画像を用いた実験により、提案法の有効性を示す。

ナノシステム設計分野

客員准教授 中川原 修 （平成 22 年 1 月 1 日～平成 22 年 3 月 31 日）

a) 概要

酸化物ナノ超構造の作製プロセスおよびアプリケーションに関する研究

b) 成果

- ・ナノ構造薄膜のエレクトロニクス応用に関する研究：田中研究室との協働により、田中研の有する酸化物材料のナノボックス作製技術、レーザーアブレーション法を用いた積層体の原子層制御技術、ナノピラーヘテロ構造堆積技術の融合により、次世代超高効率太陽電池への応用が有望であることを見出した。
- ・「エピタキシャルAl電極を用いた携帯電話用表面波デバイスの開発・実用化」と題して学内講演を行った。（平成22年2月23日（火） 13：30-15：00）

ナノデバイス評価・診断分野

招へい外国人研究員

Md.Altab HOSSAIN (平成 21 年 6 月 1 日～平成 21 年 7 月 31 日)

a) 概要

本研究分野では、コンピュータビジョンとメディア処理に関する研究をしている。特に、歩行映像解析による個人認証技術に関する研究を行っている。

b) 成果

・ROC曲線最適化のための信頼度付き照合度に対する適応的閾値制御

ROC 曲線は、1 対 1 認証や特定物体検出等の 2 クラス識別問題において、照合度に対する受け入れ閾値を変化させたときの偽陽性率と偽陰性率のトレードオフを示す曲線である。本論文では、状況変化の度合いに関連した信頼度付きの照合度に対して、受け入れ(検出)閾値を信頼度に応じて適応的に制御する手法を提案する。ROC 曲線最適化の観点に基づくと、照合度と信頼度の 2 次元空間における閾値曲線群が、全体の受け入れ率に対する偽陽性と偽陰性率の総誤り率の比として定義される誤り勾配の等値線と一致することを示す。シミュレーションデータ及び実データを用いた実験により、特に偽陽性率と偽陰性率のいずれか一方の許容誤り率が小さい条件において、提案手法が有効であることを確認した。

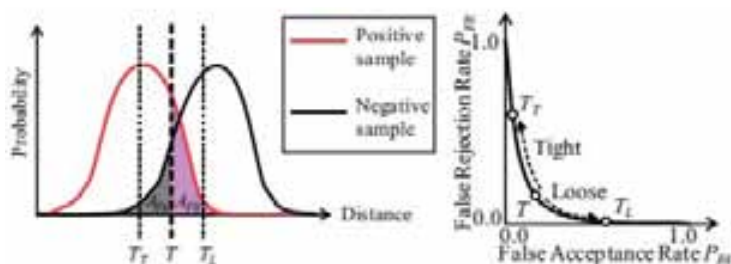


図1 特徴間距離のPDFとROC曲線

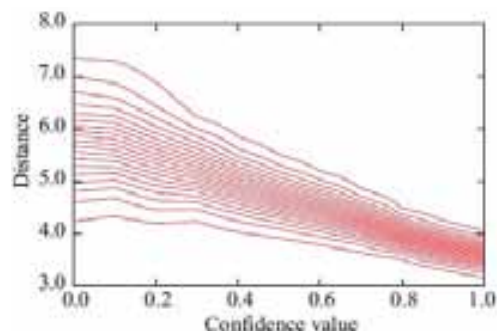


図2 誤り勾配の等値線

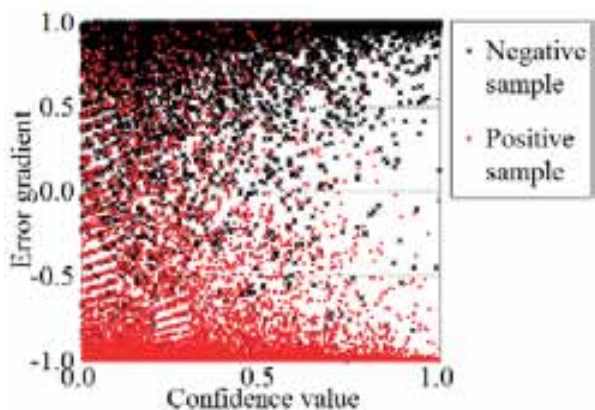


図3 誤り勾配領域へのマッピング

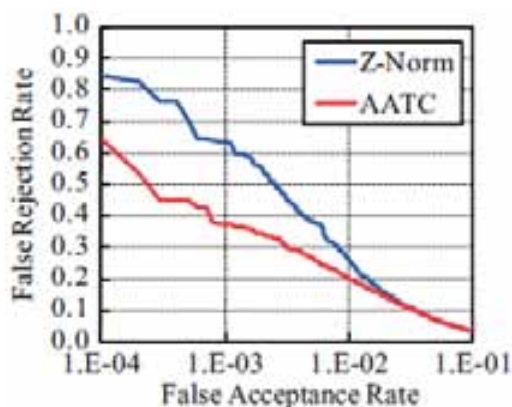


図4 提案手法により最適化されたROC曲線

ナノデバイス評価・診断分野

客員准教授 ABDEL-MOLA Mohamed Almokhtar（平成 21 年 10 月 1 日～平成 22 年 1 月 5 日）

a) 概要

磁性量子井戸層、非磁性障壁層からなる 2 重量子井戸構造はスピントロニクスデバイス、スピン依存のフォトニクスデバイスにおける基本構造として重要である。室温強磁性半導体 GaGdN と非磁性半導体 AlGaIn からなる GaGdN/AlGaIn の 2 重量子井戸構造を分子線エピタキシ (MBE) 法により作製し、それに対して、構造的評価、磁氣的評価ならびに光学的評価を行い、非磁性層を介したスピントンネリングおよびそれによる光学特性、磁化特性を明らかにすることを目的とした研究を行う。

b) 成果

MBE 法で作製した GaGdN/AlGaIn の 2 重量子井戸構造は原子間力顕微鏡 (AFM) 及び X 線回折測定から良好な結晶性とヘテロ界面を持つことが分かった。この構造の磁化特性を調べた結果、室温以上のキュリー温度を持つことが分かった。更に、磁場中フォトルミネッセンス測定を行い、量子井戸からの発光が確認された。GaGdN 量子井戸から発光のレッドシフトが GaIn 量子井戸と比べ、約 30 倍大きいことがわかった。この大きなレッドシフトは Gd の添加によるものであり、GaGdN/AlGaIn 超格子構造から、巨大ゼーマン分裂が発見された。また、磁気ポーラロンの存在を示唆する結果が得られた。

ナノテクノロジー産業応用分野

招へい外国人研究員

Lee Chil Woo（平成 21 年 5 月 7 日～5 月 31 日）

a) 概要

本研究分野では、コンピュータビジョンとメディア処理に関する研究をしている。特に、知的システムのための視覚インタラクションに関する研究を行っている。

b) 成果

・視聴者参加型デジタルエンタテインメントのためのオンライン歩容個性計測

本論文では、視聴者参加型デジタルエンタテインメントで用いるための歩容個性をオンライン計測し、歩容個性を CG キャラクタへ反映する手法を提案する。まず歩容映像から容易に歩容シルエット画像列を抽出するため、クロマキー用背景及び照明を含む歩行路で構成されるオンライン歩容計測装置を設計する。次に、得られたシルエット画像列から、体型や身長のような歩容動作とは独立な静的特徴と、歩幅や腕の振り幅のような歩容動作に関わる動的特徴を計測する。一方、あらかじめ様々な歩容個性を持つ CG キャラクタの体型と動作に関するパラメータをモーションキャプチャ等を用いて抽出し、そのパラメータによる合成シルエットを作成し、それらの対を標準モデルとして登録しておく。最後に、標準モデルをブレンドして視聴者の歩容個性を再現するために、標準モデルから抽出した歩容個性の重み付き線形和とオンライン計測した歩容個性の誤差を最小にするように重み(ブレンド率)を推定する。実験では大規模歩容データベース 100 人に対する歩容個性解析を行い、CG キャラクタへ歩容個性が反映されることを確認した。

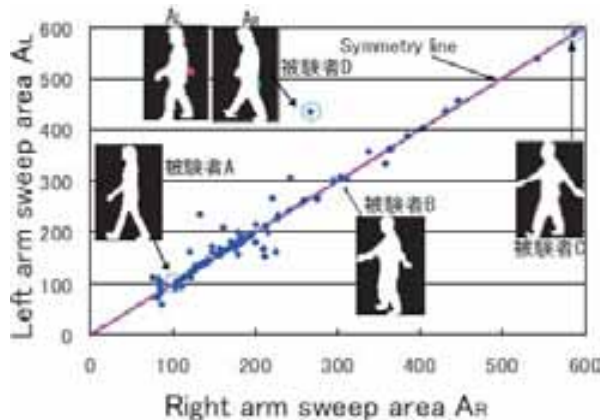


図1 腕振りの分布

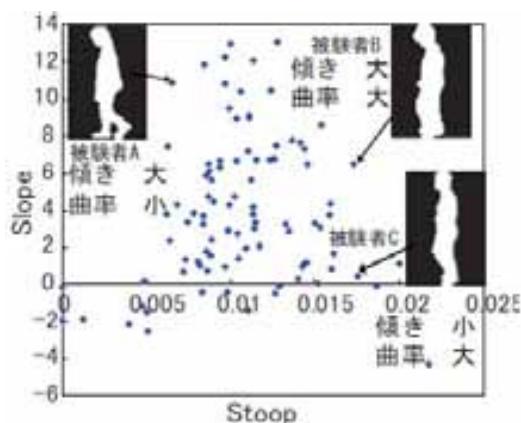


図2 猫背度合いの分布

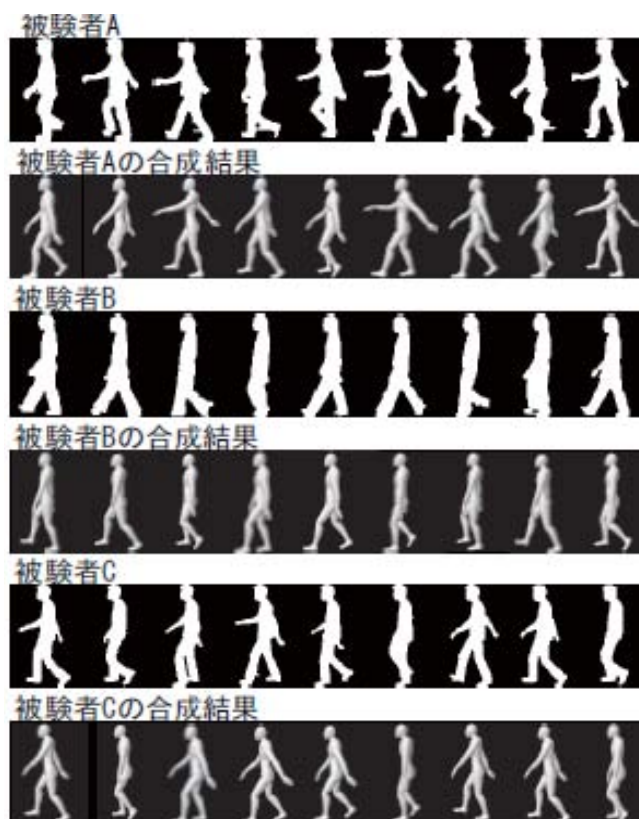


図3 誤り勾配の等値線

ナノテクノロジー産業応用分野

客員教授 金 成植 （平成 21 年 7 月 1 日～平成 21 年 8 月 10 日）

a) 概要

短寿命中間体をその寿命内に励起することでさらに高活性な反応中間体を生成することができる。本研究ではラジカルアニオンを光励起することでアップヒル電子移動を示す分子系の構築を行った。

b) 成果

・励起ラジカルアニオンの電子移動

電子受容性に優れ、反応中間体であるラジカルアニオンを選択的に励起することが可能な分子系として、ナフタルジイミド(NDI)とピロメリットイミド(PI)をリンカーであるベンゼンを介して結合した分子を設計した。この分子においては、NDI のほうが電子受容性が高く、また、530 nm 付近に特徴的な吸収を有することから、NDI ラジカルアニオンの選択励起が可能である。また、電子移動の結果生成が予想される PI ラジカルアニオンは 720 nm に特徴的な吸収を有することから、その反応過程を過渡吸収により観察可能である。このようなダイアッド分子の合成を目的として、まず、ナフタレンテトラカルボン酸無水物のアルキル化、ベンズジアミンとの結合、アルキル化したピロメリット酸無水物との結合を行うことにより、目的とするダイアッド分子を合成することに成功した。

ナノテクノロジー産業応用分野

客員教授

David G. WHITTEN (平成 21 年 9 月 7 日～平成 21 年 10 月 8 日)

a) 概要

単一分子蛍光分光法は、共役高分子の研究において有力な手法である。従来のアボガドロ数の分子を扱う計測法と比べ、共役高分子の光学的および構造的特性の不均一分布を直接観測することができる。我々は、高い時間および空間分解能を有する単一分子顕微分光システムを構築し、オリゴフェニレンエチレン分子、もしくはそれらの凝集体についての単一分子蛍光観察を行った。

b) 成果

・オリゴフェニレンエチレンの単一分子分光研究

全反射蛍光顕微鏡によるオリゴフェニレンエチレン分子の単一分子蛍光観察を試みた。観察試料は、カバーガラス上に、オリゴフェニレンエチレンのメタノール溶液をスピンコートすることで作成した。405 nm のレーザー照射により、オリゴフェニレンエチレン分子からの単一分子蛍光が観察された。蛍光輝点は発光の明滅現象、いわゆるブリンキング現象を示し、また、多量体（2 量体および 3 量体）にもかかわらず、1 段階で退色することがわかった。この結果から、オリゴフェニレンエチレン分子の光励起によって分子内エネルギー移動が起こり、また、光反応によって生成した生成物（クロモフォアの酸化体）が蛍光消光部位として機能していることが示唆される。一方、オリゴフェニレンエチレンは、水溶液中では凝集体を形成することが知られている。上記と同様の手法で作成した試料について蛍光観察を行ったところ、一段階の退色過程を示す分子と連続的な退色過程を示す分子とが存在することがわかった（図 1）。これは、分子の会合状態により、分子内エネルギー移動過程および蛍光消光過程が異なっていることに起因していると考えられる。

これらの実験に加え、今後、時間分解蛍光顕微分光法による観察を行い、オリゴフェニレンエチレン分子の光反応ダイナミクスについての詳細を明らかにする予定である。特に、蛍光相関分光測定とアンチバンチング測定を組み合わせることにより、アニオン性高分子上に形成したオリゴフェニレンエチレン分子 J 会合体の単一分子蛍光観察により、会合体のサイズ、ホスト・ゲスト相互作用、エネルギー移動過程について明らかにすることができると期待される。

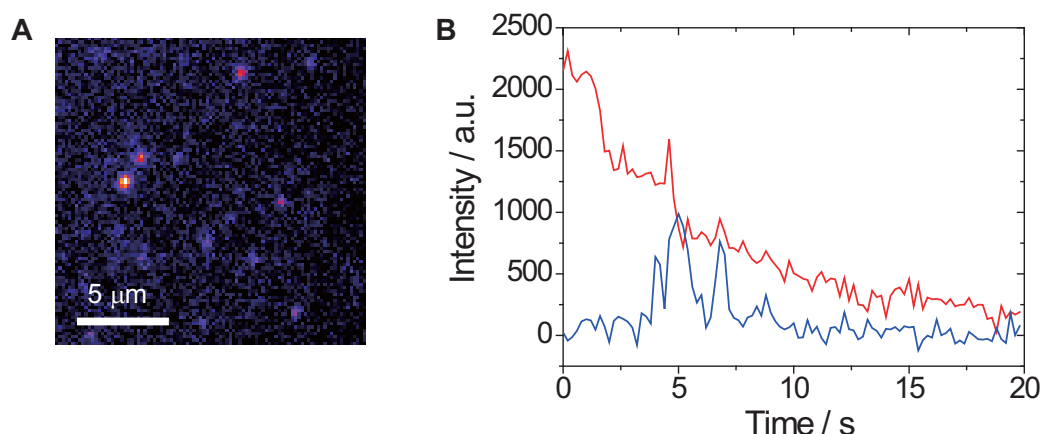


図 1 (A) オリゴフェニレンエチレン凝集体について観測された単一分子蛍光像。励起波長は、405 nm。 (B) 単一分子蛍光強度の時間変化。分子によって退色過程が異なる。

ナノテクノロジー産業応用分野

外国人客員教授 崔徳均（平成 21 年 10 月 13 日～平成 22 年 1 月 13 日）

a) 概要

当研究分野では、崔研究室で開発してきたドライプロセス技術と小林研究室で開発してきたウェットプロセス技術を融合することにより、半導体デバイスの高性能化と低コスト化を目指す研究を行った。小林研で開発した硝酸酸化法を崔研究室で開発した 4 ビット不揮発性メモリに、小林研で開発したシアン化法を崔研究室で開発したアモルファス InGaZnO (IGZO) 薄膜に適用し、それぞれの半導体デバイス・材料の特性向上に挑戦した。

b) 成果

・ 4 ビット不揮発性メモリの硝酸酸化ゲート酸化膜による高性能化

小林研究室で開発した半導体低温酸化法である「硝酸酸化法」を用いて、 SiO_2/Si 構造を 120°C の低温で創製した。現在、このサンプルを用いて、漢陽大学にて不揮発性メモリを作製中である。今後、この硝酸酸化膜を用いた不揮発性メモリの電気特性を評価する予定である。

・ アモルファスInGaZnO薄膜のシアン化法による高性能化

小林研究室で開発した新規の半導体欠陥消滅法「シアン化法」を用いて半導体デバイスの欠陥を消滅し、電気特性を向上させる研究も行った。漢陽大学にて形成したアモルファスInGaZnO (IGZO) 薄膜を、大阪大学にて室温でシアン化水素水溶液に浸漬する処理を行い、ホール移動度をホール効果測定法を用いて評価した。その結果、シアン化法によってホール移動度を $2.84 \text{ cm}^2/\text{Vs}$ から $18.46 \text{ cm}^2/\text{Vs}$ まで向上させることに成功した。

業 績

ナノ機能材料デバイス研究分野

原著論文

- [1]X-ray absorption magnetic circular dichroism of (La,Ce)MnO₃ thin films, T. Yanagida, Y. Saitoh, Y. Takeda, A. Fujimori, H. Tanaka, T. Kawai: Phys. Rev. B, 79 (2009) 132405.
- [2]Controlled Fabrication of Epitaxial (Fe,Mn)3O₄ Artificial Nanowire Structures and their Electric and Magnetic Properties, K. Goto, H. Tanaka, T. Kawai: Nano Letters, 9 (2009) 1962-1966.
- [3]Magnetic properties of the integrated (Fe,M)3O₄ (M=Mn and Zn) nano array structures in large area prepared by Nanoimprint lithography with Mo lift-off technique S.Yamanaka, N. Suzuki, B. K. Lee, H. Y. Lee, H. Tanaka, T. Kawai Solid State Commun., 149 (2009) 729-733. (May, 2009), S.Yamanaka, N. Suzuki, B. K. Lee, H. Y. Lee, H. Tanaka, T. Kawai: Solid State Commun., 149 (2009) 729-733.
- [4]Interfacial interactions between calcined hydroxyapatite nanocrystals and substrates, M. Okada, K. Furukawa, T. Serizawa, Y. Yanagisawa, H. Tanaka, T. Kawai, T. Furuzono: Langmuir, 25 (2009) 6300-6306.
- [5]Magnetoresistance and Microstructure of Magnetite Nanocrystals Dispersed in Indium-Tin Oxide Thin Films, K. Okada, S. Kohiki, M. Mitome, H. Tanaka, M. Arai, M. Mito, H. Deguchi: ACS Applied Materials & Interfaces, 1 (2009) 1893-1898.
- [6]Direct fabrication of integrated 3D Au nanobox arrays by sidewall deposition with controllable heights and thicknesses, N.-G. Cha, B. K. Lee, T. Kanki, H. Y. Lee, T. Kawai, H. Tanaka: Nanotechnology, 20 (2009) 395301.
- [7]Specific surface effect on transport properties of NiO/MgO heterostructured nanowires, K. Oka, T. Yanagida, K. Nagashima, H. Tanaka, S. Seki, Y. Honsho, M. Ishimaru, A. Hirata, T. Kawai: Appl. Phys. Lett., 95 (2009) 133110.
- [8]Mn 2p core-level spectra of La_{1-x}Ba_xMnO₃ thin films using hard x-ray photoelectron spectroscopy: Relation between electronic and magnetic states, S. Ueda, H. Tanaka, E. Ikenaga, J. J. Kim, T. Ishikawa, T. Kawai, K. Kobayashi: Phys. Rev. B, 80 (2009) 092402.
- [9]Fabrication of Single Crystalline (La,Ba)MnO₃ Nanodot Array by Mo/SiO_x Lift-Off Technique, N. Suzuki, H. Tanaka, T. Kawai: Jpn. J. Appl. Phys., 48 (2009) 116511.

特許

- [1]「半導体接合素子」田中 秀和、川合 知二, 特許 4326968
- [2]「コンパレータ、ノイズジェネレータ、及び確率共振素子」神吉 輝夫、堀田 育志、浅川 直紀、川合 知二、田中 秀和, PCT/JP2009/ 67261

国際会議

- [1]Control of Metal-Insulator Transition at Room Temperature on W doped VO₂ Thin Films (poster), *H. Takami, T. Kanki, N.G. Cha, H. Tanaka: The Korean Physical Society Fall Meeting, 2009.10. 21-23, Korea, ChangWon.
- [2]Control of Metal-Insulator Transition Temperature in W-doped VO₂ Thin Films and Investigation of Their Electronic Properties (poster), *H. Takami, T. Kanki, S. Ueda, N.G. Cha, H. Tanaka: 13th SANKEN International Symposium 2010, 2010.1.18-19, Osaka, Japan.

- [3]Direct Fabrication of an 80-nm Integrated Fe_{2.5}Mn_{0.5}O₄ (FMO) Nanocrystal Arrays in Large Area Using a Hollow Nanopillar Metal Mask for High Temperature (poster), *N.G. Cha, T. Kanki, H. Tanaka: 2009 MRS Fall Meeting, 2009.11.30-12.4, Boston, USA.
- [4]Fabrication of the Epitaxially grown Fe_{2.5}Mn_{0.5}O₄ (FMO) Nanocrystal Arrays in Large Area Using a Hollow Mo Nanopillar Metal Mask (poster), *N.G. Cha, T. Kanki, H. Tanaka: 13th SANKEN International Symposium 2010, 2010.1.18-19, Osaka, Japan.
- [5]Functional oxide nano-electronics (invited), *H. Tanaka, T. Kawai: 7th International Nanotechnology Symposium (Nano fair 2009), 2009.5.26-27, Dresden, Germany.
- [6]Surface Nanopatterning for Spintronics (invited), *H. Tanaka: 7th New England International Nanomanufacturing Workshop, 2009.6.18-19, Boston, USA.
- [7]Construction of 3D transition metal oxide nano superstructures and their physical properties toward device application (invited), *H. Tanaka, N.G. Cha, S. Yamanaka, T. Kanki, T. Kawai: International Symposium on Sputtering and Plasma Processes (ISSP) 2009, 2009.7.8-10, Kanazawa, Japan.
- [8]Controlled Fabrication of Epitaxial Magnetic Oxide Artificial Nano-Constriction Structures and their Giant Magnetoresistive properties at room temperature (oral), *H. Tanaka: 16th International Workshop on Oxide Electronics (WOE 16), 2009.10.4-7, Tarragona, Spain.
- [9]Controlled Fabrication of Epitaxial Functional Oxide Artificial Nano-wire and Nano-dot Structures and their giant properties (invited), *H. Tanaka: CNR-INFM-LAMIA Seminar, 2009.10.9, Genova, Italy.
- [10]Controlled Fabrication of Complex Oxide Epitaxial Artificial Nano- wire and Nano-dot Structures and Their Giant Properties (invited), *H. Tanaka: The Korean Physical Society Fall Meeting, 2009.10.21-23, Korea, ChangWon.
- [11]Controlled Fabrication of Epitaxial Ferromagnetic Oxide Artificial Nano-Constriction Structures and their Giant Magnetoresistive Properties at Room Temperature (oral), *H. Tanaka, K. Goto, T. Kawai: 2009 MRS Fall Meeting, 2009.11.30-12.4, Boston, USA.
- [12]Enhancement of Spin Polarization in (Fe、Zn) 3O₄ Ferromagnetic Oxide Nano Dot Diodes (oral), S. Yamanaka, T. Kawai, *H. Tanaka: 2009 MRS Fall Meeting, 2009.11.30-12.4, Boston, USA.
- [13]Functional Oxide Nano Spintronics (invited), *H. Tanaka: International Conference on Magnetism and Advanced Materials(ICMAM-2010), 2010.3.3-7, Dhaka, Bangladesh.
- [14]Noise-induced enhancement of signal transfer in vanadium dioxide by stochastic resonance (oral), *T. Kanki, Y. Hotta, N. Asakawa, T. Kawai, H. Tanaka: 16th International Workshop on Oxide Electronics (WOE 16), 2009.10.4-7, Tarragona, Spain.
- [15]Stochastic Resonance in Vanadium Dioxide: Toward Creation of Bio-mimetic Devices with Neuronal Signal Processing (invited), *T. Kanki: CNR-INFM-LAMIA Seminar, 2009.10.9, Genova, Italy.
- [16]Enhancement of Information Transfer by Noise using Nonlinear Electronic Property in Vanadium Dioxide Thin Films (poster), *T. Kanki, Y. Hotta. N. Asakawa, T. Kawai, H. Tanaka: 5th Handai Nanoscience and Nanotechnology International Symposium, 2009.9.1-3, Osaka, Japan.
- [17]Enhancement of Signal Transfer by Noise in VO₂ Thin Films: Towards creation of bio-mimetic signal processors with extreme energy-saving using ambient noise energy (poster), *T. Kanki, Y. Hotta. N. Asakawa, T. Kawai, H. Tanaka: 13th SANKEN International Symposium 2010, 2010.1.18-19, Osaka, Japan.

国内学会

2009 年秋季第 70 回応用物理学会学術講演会	4 件
2010 年春季第 57 回応用物理学関係連合講演会	5 件
スパッタリングおよびプラズマプロセス技術部会 第 6 回技術交流会	1 件
東北大学電気通信研究所 組織連携型共同プロジェクト研究 (タイプ S)「人間の機能を取り込んだ革新的新概念による情報通信システム」	1 件
日本学術振興会「未踏・ナノデバイステクノロジー第 151 委員会」シンポジウム	1 件

日本磁気学会 第 28 回スピントロニクス専門研究会	1 件
日本物理学会 第 65 回年次大会	1 件
科学研究費補助金	

単位：千円

若手研究 (S)	強相関酸化物ナノエレクトロニクス構築に関する研究		29,900
田中 秀和			
若手研究 (B)	新規光誘起磁性酸化物の創製とスピントロニクス素子応用		910
神吉 輝夫			
新学術領域研究	生体機能に学ぶナノ材料応用と生体機能模倣デバイスの創出		10,790
神吉 輝夫			
受託研究			
田中 秀和	(独) 物質・材料研究機構	強相関ナノ薄膜・ヘテロ構造デバイスの作製と硬 X 線光電子顕微分光装置による電子状態評価	1,300
田中 秀和	(独) 日本学術振興機構	トップダウン・ボトムアップナノテクノロジー融合によるナノスケール酸化物ヘテロ構造の創製	1,200
田中 秀和	(独) 科学技術振興機構	サスティナブル Fe 酸化物半導体スピントロニクス素子の開発	2,000
神吉 輝夫	(独) 科学技術振興機構	超低電圧駆動型コンパレータ・ノイズ発生材料の開発と生体機能型素子応用	2,000
その他の競争的研究資金			
田中 秀和	(独) 新エネルギー・産業技術総合開発機構	サスティナブル Fe 酸化物高温強磁性半導体を用いたスピントロニクス素子の開発	1,300

ナノ極限アプリケーション分野

原著論文

- [1] Breaking time-resolution limits in pulse radiolysis, J. Yang, T. Kondoh, K. Norizawa, Y. Yoshida, S. Tagawa: Radiat. Phys. Chem., 78 (2009) 1164-1168.
- [2] 100-femtosecond MeV electron source for ultrafast electron diffraction, J. Yang, K. Kan, N. Naruse, Y. Yoshida, K. Tanimura, J. Urakawa: Radiat. Phys. Chem., 78 (2009) 1106-1111.
- [3] Pulse radiolysis study of ion-species effects on the solvated electron in alkylammonium ionic liquids, T. Kondoh, A. Asano, J. Yang, K. Norizawa, K. Takahashi, M. Taguchi, R. Nagaishi, R. Katoh, Y. Yoshida: Radiat. Phys. Chem., 78 (2009) 1157-1160.
- [4] Pulse radiolysis study of trapped electron in MgSO₄·7H₂O single crystal, K. Norizawa, T. Kondoh, J. Yang, A. Ogata, Y. Yoshida: Radiat. Phys. Chem., 78 (2009) 1153-1156.
- [5] Collective Energy Loss of Attosecond Electron Bunches, A. Ogata, T. Kondoh, K. Norizawa, J. Yang, Y. Yoshida: Jpn. J. Appl. Phys., 48 (2009) 056002.
- [6] Improvement of an S-band RF gun with a Cs₂Te photocathode for the KEK-ATF, N. Terunuma, A. Murata, M. Fukuda, K. Hirano, Y. Kamiya, T. Kii, M. Kuriki, R. Kuroda, H. Ohgaki, K. Sakaue, M. Takano, T. Takatomi, J. Urakawa, M. Washio, Y. Yamazaki, J. Yang: Nucl. Instrum. Method A, 613 (2009) 1-8.
- [7] フォトカソード電子銃を用いた強度変調放射線治療のための電子ビーム開発, 近藤孝文, 楊金峰, 菅晃一, 吉田陽一: 放射線化学, 88 (2009) 28-32.
- [8] Theoretical Study on Chemical Gradient Generated in Chemically Amplified Resists Based on Polymer Deprotection upon Exposure to Extreme Ultraviolet Radiation, T. Kozawa, S. Tagawa: Appl. Phys. Express, 2 (5) (2009) 056503.

- [9]Difference of Spur Distribution in Chemically Amplified Resists upon Exposure to Electron Beam and Extreme Ultraviolet Radiation, T. Kozawa, K. Okamoto, A. Saeki, S. Tagawa: Jpn. J. Appl. Phys., 48 (5) (2009) 056508.
- [10]Bottom Extreme-Ultraviolet- Sensitive Coating for Evaluation of the Absorption Coefficient of Ultrathin Film, H. Hijikata, T. Kozawa, S. Tagawa, S. Takei: Appl. Phys. Express, 2 (6) (2009) 066503.
- [11]Effect of Molecular Structure on Depth Profile of Acid Generator Distribution in Chemically Amplified Resist Films, T. Fukuyama, T. Kozawa, K. Okamoto, S. Tagawa, M. Irie, T. Mimura, T. Iwai, J. Onodera, I. Hirose, T. Koganesawa, K. Horie: Jpn. J. Appl. Phys., 48 (6) (2009) 06FC03.
- [12]Correlation between C37 Parameters and Acid Yields in Chemically Amplified Resists upon Exposure to 75 keV Electron Beam, K. Natsuda, T. Kozawa, K. Okamoto, A. Saeki, S. Tagawa: Jpn. J. Appl. Phys., 48 (6) (2009) 06FC05.
- [13]Dynamics of Radical Cation of Poly(4-hydroxystyrene) and Its Copolymer for Extreme Ultraviolet and Electron Beam Resists, K. Okamoto, M. Tanaka, T. Kozawa, S. Tagawa: Jpn. J. Appl. Phys., 48 (6) (2009) 06FC06.
- [14]Reactivity of Halogenated Resist Polymer with Low-Energy Electrons, H. Yamamoto, T. Kozawa, A. Saeki, S. Tagawa, T. Mimura, H. Yukawa, J. Onodera: Jpn. J. Appl. Phys., 48 (6) (2009) 06FC09.
- [15]Relationship between Resolution, Line Edge Roughness, and Sensitivity in Chemically Amplified Resist of Post-Optical Lithography Revealed by Monte Carlo and Dissolution Simulations, A. Saeki, T. Kozawa, S. Tagawa: Appl. Phys. Express, 2 (7) (2009) 075006.
- [16]Image Formation in Chemically Amplified Resists upon Exposure to Extreme Ultraviolet Radiation, T. Kozawa, S. Tagawa: J. Photopolym. Sci. Technol., 22 (6) (2009) 51-58.
- [17]Effect of Polymer Protection and Film Thickness on Acid Generator Distribution in Chemically Amplified Resists, T. Fukuyama, T. Kozawa, H. Yamamoto, S. Tagawa, M. Irie, T. Mimura, T. Iwai, J. Onodera, I. Hirose, T. Koganesawa, K. Horie: J. Photopolym. Sci. Technol., 22 (6) (2009) 105-109.
- [18]Normalized Image Log Slope with Secondary Electron Migration Effect in Chemically Amplified Extreme Ultraviolet Resists, T. Kozawa, S. Tagawa: Appl. Phys. Express, 2 (9) (2009) 095004.
- [19]Origin of frequency-dependent line edge roughness: Monte Carlo and fast Fourier-transform studies, A. Saeki, T. Kozawa, S. Tagawa: Appl. Phys. Lett., 95 (2009) 103106.
- [20]Effects of Flare on Latent Image Formation in Chemically Amplified Extreme Ultraviolet Resists, T. Kozawa, S. Tagawa: Jpn. J. Appl. Phys., 48 (9) (2009) 095005.
- [21]Exposure Dose Dependence of Chemical Gradient in Chemically Amplified Extreme Ultraviolet Resists, T. Kozawa, S. Tagawa: Jpn. J. Appl. Phys., 48 (10) (2009) 106504.
- [22]Latent Image Created Using Small-Field Exposure Tool for Extreme Ultraviolet Lithography, T. Kozawa, H. Oizumi, T. Itani, S. Tagawa: Jpn. J. Appl. Phys., 48 (10) (2009) 106506.
- [23]Evaluation of Chemical Gradient Enhancement Methods for Chemically Amplified Extreme Ultraviolet Resists, T. Kozawa, H. Oizumi, T. Itani, S. Tagawa: Jpn. J. Appl. Phys., 48 (12) (2009) 126004.

解説、総説

放射線の新しい利用法全般や今後の考え方, 吉田陽一, 放射線と産業, 日本放射線化学会, 124 (2009), 1-2.

放射線化学に基づく化学増幅型 EB・EUV レジスト材料・プロセスの研究, 古澤孝弘, 放射線化学, 日本放射線化学会, 87 (2009), 2-13.

フォトカソード電子銃を用いた強度変調放射線治療のための電子ビーム開発, 近藤孝文, 放射線化学, 日本放射線化学会, 88 (2009), 28-32.

国際会議

- [1]From Solvated Electron to Hydrated Electron in Ionic Liquids by Controlling Water Content (poster), *T. Kondoh, J. Yang, K. Norizawa, Y. Yoshida, R. Nagaishi, M. Taguchi, K. Takahashi, R. Katoh:

Radiation Chemistry in the 21st Century, Notre Dame, USA, July 12-15, P48, 2009.

[2]Femtosecond pulse radiolysis study: Observations of solvation process in water and of geminate ion recombination in alkane in femtosecond time scale (poster), *J. Yang, T. Kondoh, K. Norizawa, Y. Yoshida: Radiation Chemistry in the 21st Century, Notre Dame, USA, July 12-15, P48, 2009.

[3]Femtosecond Time-Resolved Stroboscope for Study of Nanofabrication Process (poster), *J. Yang, T. Kondoh, K. Kan, K. Norizawa, Y. Yoshida: 5th Handai Nanoscience and Nanotechnology International Symposium, Osaka University, Osaka, Japan, September 1-3, P1-12, 2009.

[4]Effect of Coexist-Water on Solvated Electron in Ionic Liquids for Formation of Nano Particle (poster), *T. Kondoh, J. Yang, K. Norizawa, Y. Yoshida, R. Nagaishi, M. Taguchi, K. Takahashi, R. Katoh: 5th Handai Nanoscience and Nanotechnology International Symposium, Osaka University, Osaka, Japan, September 1-3, P1-12, 2009.

[5]Femtosecond pulse radiolysis and femtosecond electron diffraction (invited), *J. Yang, K. Kan, T. Kondoh, N. Naruse, Y. Yoshida, K. Tanimura, J. Urakawa: International Workshop on Ultrashort Electron & Photon Beams: Techniques & Applications, Xi'an, China, September 7-11, 2009.

[6]Collective Energy Loss of Attosecond Electron Bunches (poster), *A. Ogata, T. Kondoh, K. Norizawa, J. Yang, Y. Yoshida, S. Kashiwagi: International Workshop on Ultrashort Electron & Photon Beams: Techniques & Applications, Xi'an, China, September 7-11, 2009.

[7]Primary process of radiation chemistry for green nanotechnology (oral), *Y. Yoshida: The 13th Sanken International Symposium, Kansai, Jan. 18-19, 2010.

[8]Spatial resolution of intensity-modulated electron beam generated with photocathode rf gun linac (poster), *K. Kan, T. Kondoh, J. Yang, K. Norizawa, T. Kozawa, Y. Yoshida: The 13th Sanken International Symposium, Kansai, Jan. 18-19, 2010.

[9]Femtosecond time-resolved spectroscopy based on a femtosecond electron beam and a femtosecond laser light (poster), *J. Yang, T. Kondoh, K. Kan, K. Norizawa, Y. Yoshida: The 13th Sanken International Symposium, Kansai, Jan. 18-19, 2010.

[10]Femtosecond pulse radiolysis study of geminate ion recombination in n-dodecane (poster), *T. Kondoh, J. Yang, K. Kan, K. Norizawa, A. Ogata, Y. Yoshida, S. Tagawa: The 13th Sanken International Symposium, Kansai, Jan. 18-19, 2010.

[11]Pulse radiolysis study of Hydrated Electron in MgSO₄ Aqueous Solution with scavenger (poster), *K. Norizawa, T. Kondoh, J. Yang, K. Kan, Y. Yoshida: The 13th Sanken International Symposium, Kansai, Jan. 18-19, 2010.

[12]Femtosecond photocathode electron gun for time-resolved electron diffraction (invited), *J. Yang, N. Naruse, Y. Murooka, Y. Yoshida, K. Tanimura, J. Urakawa: Particle Accelerator Conference (PAC09), Vancouver, Canada, May 4-8, 2009.

[13]Applications of femtosecond electron beam: femtosecond pulse radiolysis and femtosecond electron diffraction (invited), *J. Yang: The 1st joint Asian accelerator workshop: accelerator techniques and their applications, Beijing, China, Dec. 21-23, 2009.

[14]Ultrafast electron diffraction (invited), *J. Yang: 3rd ILC Asian R&D Seminar under Core-University Program: Advanced Accelerator Workshop 2010, Mumbai, India, March 9-10, 2010.

[15]Optical Modulation of Electron Beam by the Digital Micro Mirror Device for the Radiation Therapy based on the Photocathode RF Gun (poster), *T. Kondoh, H. Kashima, J. Yang, K. Kan, K. Norizawa, A. Ogata, Y. Yoshida, T. Tagawa: 12th SANKEN International Symposium 7th Nanotechnology Center International Symposium 2nd MSTeC International Symposium, Osaka, JAPAN, January 22, 2009.

[16]Dissolution kinetics and deprotection reaction in chemically amplified resists upon exposure to extreme ultraviolet radiation (poster), H. Yamamoto, T. Kozawa, S. Tagawa, T. Mimura, T. Iwai, J. Onodera: SPIE Advanced Lithography, Proc. SPIE 7273, 72731X (2009).

[17]Evaluation of alcoholic hydroxyl derivatives for chemically amplified extreme ultraviolet resist (poster), K. Furukawa, T. Kozawa, S. Tagawa: SPIE Advanced Lithography, Proc. SPIE 7273, 72731Y

(2009).

- [18]Development Status and Future Prospect of Extreme Ultraviolet Resists (invited), T. Kozawa: 2009 International Workshop on EUV Lithography, Honolulu, Hawaii, USA, July 13-17, 2009.
- [19]Dependence of Acid Yield on Polymer Structure in EUV Chemically Amplified Resist (poster), H. Yamamoto, T. Kozawa, S. Tagawa, T. Iwai, J. Onodera: 2009 International Workshop on EUV Lithography, Honolulu, Hawaii, USA, July 13-17, 2009.
- [20]Monte Carlo Simulation of Chemical Intermediates in CARs (oral), A. Saeki, T. Kozawa, S. Tagawa: 2009 International Workshop on EUV Lithography, Honolulu, Hawaii, USA, July 13-17, 2009.
- [21]Image Formation in Chemically Amplified Resists upon Exposure to Extreme Ultraviolet Radiation (invited), T. Kozawa, S. Tagawa: 26th International Conference of Photopolymer Science and Technology (ICPST-26) Conference, Chiba, Japan, June 30 - July 3, 2009, A-06.
- [22]Modeling and simulation of chemically amplified resists for EUV lithography (invited), T. Kozawa, S. Tagawa: 7th Fraunhofer IISB Lithography Simulation Workshop, Hersbruck, Germany, Sep. 25-27, 2009.
- [23]Relationship Between Pattern Collapse and Deprotection Intermediate Region (invited), T. Kozawa, H. Oizumi, T. Itani, S. Tagawa: IEUVI Resist TWG Meeting, Prague, Czech Republic, Oct. 18, 2009.
- [24]Study on Depth Profile of Acid Generator Distribution in Poly(4-hydroxystyrene) films by Using X-ray Photoemission Spectroscopy (XPS) (poster), H. Yamamoto, T. Kozawa, S. Tagawa: EUV Symposium, Prague, Czech Republic, Oct. 18-23, 2009.
- [25]Bottom Extreme-Ultraviolet-Sensitive Coating for Evaluation of the Absorption Coefficient of Ultrathin Film (poster), H. Hijikata, T. Kozawa, S. Tagawa, S. Takei: EUV Symposium, Prague, Czech Republic, Oct. 18-23, 2009.
- [26]Latent Image Created using Selete Small-Field Exposure Tool for Extreme Ultraviolet Lithography (poster), T. Kozawa, H. Oizumi, T. Itani, S. Tagawa: EUV Symposium, Prague, Czech Republic, Oct. 18-23, 2009.
- [27]Relationship between Normalized Image Log Slope (NILS) and Chemical Gradient in Chemically Amplified Extreme Ultraviolet Resists –Effect of Secondary Electron Migration Migration (poster), T. Kozawa, S. Tagawa: 22nd International Microprocesses and Nanotechnology Conference, Sapporo, Japan, Nov. 16-19, 2009.
- [28]Effect of Direct Excitation of Acid Generators upon Exposure to Extreme Ultraviolet Radiation (poster), H. Yamamoto, T. Kozawa, S. Tagawa, T. Hirayama, T. Iwai, K. Sato: 22nd International Microprocesses and Nanotechnology Conference, Sapporo, Japan, Nov. 16-19, 2009.
- [29]Short-Lived Intermediates of Fluorinated Benzene Derivatives Generated upon Exposure to Ionizing Radiation (poster), S. Higashino, K. Okamoto, A. Saeki, T. Kozawa, S. Tagawa: 22nd International Microprocesses and Nanotechnology Conference, Sapporo, Japan, Nov. 16-19, 2009.
- [30]Dynamics of Radical Cation of Protected Poly(4-Hydroxystyrene)s for EUV and Electron Beam Resists (oral), K. Okamoto, M. Tanaka, T. Kozawa, S. Tagawa, T. Sumiyoshi: 22nd International Microprocesses and Nanotechnology Conference, Sapporo, Japan, Nov. 16-19, 2009.
- [31]Study on Radiation Chemistry of Fluoronaphthalene for Extreme Ultraviolet Resists (oral), S. Ikeda, K. Okamoto, H. Yamamoto, A. Saeki, T. Kozawa, S. Tagawa: 22nd International Microprocesses and Nanotechnology Conference, Sapporo, Japan, Nov. 16-19, 2009.
- [32]Simulation Studies on Relationship between Resolution, Line Edge Roughness, and Sensitivity in Chemically Amplified Resists of Electron Beam Lithography (oral), A. Saeki, T. Kozawa, S. Tagawa: 22nd International Microprocesses and Nanotechnology Conference, Sapporo, Japan, Nov. 16-19, 2009.

国際会議の組織委員、国際雑誌の編集委員

- | | |
|------|--|
| 楊金峰 | The 1st International Particle Accelerator Conference (!PAC10), Kyoto, Japan, May 24-28, 2010 (組織委員) |
| 古澤孝弘 | 22nd International Microprocesses and Nanotechnology Conference (実行委員) |
| 古澤孝弘 | 22nd International Microprocesses and Nanotechnology Conference (論文副委員長) |

古澤孝弘	22nd International Microprocesses and Nanotechnology Conference (論文委員セクションヘッド)	
古澤孝弘	2009 EUVL Workshop (実行委員)	
古澤孝弘	2009 EUV Symposium (実行委員)	
国内学会		
日本加速器学会		4 件
日本原子力学会		6 件
日本放射線学会		7 件
日本物理学会		1 件
高周波電子銃研究会		4 件
高崎量子応用研究シンポジウム		1 件
高 LET 放射線研究会		2 件
科学研究費補助金		
		単位：千円
基盤研究 (S)	次世代アト秒・フェムト秒パルスラジオリシスに関する研究	58,890
吉田 陽一		
基盤研究 (B)	極端紫外光による超微細加工実現へ向けた学術基盤確立のためのナノ空間反応研究	5,720
古澤孝弘		
挑戦的萌芽	凝縮相における熱化電子の大きさの研究	1,000
古澤孝弘		

ナノ構造 機能評価研究分野

原著論文

- [1]Ultrashort-period lateral composition modulation in TlInGaAsN/TlInP structures, M. Ishimaru, Y. Tanaka, S. Hasegawa, H. Asahi, K. Sato, T. J. Konno: Appl. Phys. Lett., 94 (2009) 153103(1)-153103(3).
- [2]Transmission electron microscopy study of an electron-beam-induced phase transformation of niobium nitride, J. H. Won, J. A. Valdez, M. Naito, M. Ishimaru, K. E. Sickafus: Scripta Mater., 60 (2009) 799-802.
- [3]stage of the crystallization in amorphous Fe-Si layer: Formation and growth of metastable α -FeSi₂, M. Naito, M. Ishimaru: Nucl. Instrum. Meth. B, 267 (2009) 1290-1293.
- [4]Damage profile and ion distribution of slow heavy ions in compou, Y. Zhang, I.-T. Bae, K. Sun, C. M. Wang, M. Ishimaru, Z. Zhu, W. Jiang, W. J. Weber: J. Appl. Phys., 105 (2009) 104901(1)-104901(12).
- [5]Influence of native silicon oxides on the growth of GaN nanorods on Si(001), S. Hasegawa, J.-U. Seo, K. Uchida, H. Tambo, H. Kameoka, M. Ishimaru, H. Asahi: phys. stat. sol. (c), 6 (2009) S570-S573.
- [6]Thermoelectric characterization of (Ga,In)₂Te₃ with self-assembled two-dimensional vacancy planes, S. Yamanaka, M. Ishimaru, A. Charoenphakdee, H. Matsumoto, and K. Kurosaki: J. Electronic Mater., 38 (2009) 1392-1396.
- [7]Ion-beam-induced chemical disorder in GaN, M. Ishimaru, Y. Zhang, W. J. Weber: J. Appl. Phys., 106 (2009) 053513(1)-053513(4).
- [8]Specific surface effect on transport properties of NiO/MgO heterostructured nanowires, K. Oka, T. Yanagida, K. Nagashima, H. Tanaka, S. Seki, Y. Honsho, M. Ishimaru, A. Hirata, T. Kawai: Appl. Phys.

Lett., 95 (2009) 133110(1)-133110(3).

[9]Effect of periodicity of the two-dimensional vacancy planes on the thermal conductivity of bulk Ga₂Te₃, C.-E. Kim, K. Kurosaki, M. Ishimaru, D.-Y. Jung, H. Muta, S. Yamanaka: phys. stat. sol. (RRL), 3 (2009) 221-223.

[10]Electron microscopy study of L₁₀-FePtCu nanoparticles synthesized at 613K, Y. Hirotsu, H. W. Ryu, K. Sato, M. Ishimaru: J. Microsc., 236 (2009) 94-99.

[11]Formation process of β -FeSi₂ from amorphous Fe-Si synthesized by ion implantation: Fe concentration dependence, M. Naito, M. Ishimaru: J. Microsc., 236 (2009) 123-127.

[12]Fabrication of Ni quantum cross devices with a 17 nm junction and their current-voltage characteristics, H. Kaiju, K. Kondo, A. Ono, N. Kawaguchi, J. H. Won, A. Hirata, M. Ishimaru, Y. Hirotsu, A. Ishibashi: Nanotechnology, 21 (2010) 015301(1)-015301(6).

[13]Spontaneous formation of ultra-short-period lateral composition modulation in TlInGaAsN/TlInP structures, M. Ishimaru, Y. Tanaka, S. Hasegawa, H. Asahi, K. Sato, T. J. Konno: Proc. 21st Int'l Conf. Indium Phosphide and Related Materials, (2009) 253-254.

[14]Improvement in luminescence properties of TlInGaAsN/TlInP multi-layers grown by gas source molecular beam epitaxy, Y. Tanaka, S. Hasegawa, J.Q. Liu, M. Ishimaru, H. Asahi: Proc. 21st Int'l Conf. Indium Phosphide and Related Materials, (2009) 259-253.

[15]Irradiation-induced amorphous structures studied by electron diffraction radial distribution function analysis, M. Ishimaru, M. Naito, A. Hirata: Proc. Microscopy and Microanalysis 2009, (2009) 1346-1347.

解説、総説

TlInGaAsN/TlInP 量子井戸構造中の自発的ナノスケール相分離, 石丸 学、田中裕輔、長谷川繁彦、朝日 一、佐藤和久、今野豊彦、まてりあ、日本金属学会, 48 (2009), 591.

国際会議

[1]Spontaneous formation of ultra-short-period lateral composition modulation in TlInGaAsN/TlInP structures (Oral), M. Ishimaru, Y. Tanaka, S. Hasegawa, H. Asahi, K. Sato, T. J. Konno: 2009 Int'l Conf. Indium Phosphide and Related Materials, Newport Beach, CA, USA (May 10-14, 2009).

[2]Irradiation-induced amorphous structures studied by electron diffraction radial distribution function analysis (Oral), M. Ishimaru, M. Naito, A. Hirata: Microscopy and Microanalysis 2009, Richmond, Virginia, USA (July 26-30, 2009).

国際会議の組織委員、国際雑誌の編集委員

石丸 学 Japanese Journal of Applied Physics (編集委員)

石丸 学 8th Japan-Polish Joint Seminar on Micro and Nano Analysis (組織委員)

国内学会

日本金属学会

2 件

日本顕微鏡学会

4 件

応用物理学会

1 件

取得学位

修士 (工学) リチウム二次電池用負極材 Si の充放電に伴う構造変化

西山 勇作

受託研究

石丸 学

(財) 次世代金属・複合材料研究開発協会
NEDO (革新的部材産業創出プログラム)

高機能複合化金属ガラスを用いた革新的部材技術開発 複合化金属ガラスの微細構造解析

2,500

石丸 学

経済産業省 戦略的基盤技術高度化支援事業

高シリコンステンレス鋼の圧延と鍛造の複合加工による超微細粒鋼の創成とその製品開発

500

ナノ機能予測研究分野

原著論文

- [1]Electronic structure and electrical resistivity of α -boron under high pressure, K. Shirai, H. Dekura, and Y. Yanase: J.Phys. Soc. Jpn., 78 (2009) 084714-084723.
- [2]Superconductivity research on boron solids and an efficient doping method, K. Shirai, H. Dekura, and A. Masagao: J. Phys.:Conf. Ser., 176 (2009) 012001-012018.
- [3]Metallization of α -boron by hydrogen doping, H. Dekura, K. Shirai, and A. Yanase: J. Phys.:Conf. Ser., 176 (2009) 012005-012016.
- [4]Possibility of defect in α -boron, H. Dekura, K. Shira, and A. Yanase: J. Phys.:Conf. Ser., 176 (2009) 012004-012010.
- [5]Control of impurity diffusion in silicon by IR laser excitation, K. Shirai, K. Matsukawa, T. Moriwaki, and Y. Ikemoto: Physica B, 404 (2009) 4685-4688.
- [6]Fermi surface and metallic properties of graphite at high pressures, N. Nakae, J. Ishisada, K. Shirai, and A. Yanase: J. Phys. Chem. Solids, 78 (2010) 418-422.
- [7]Metallicity of boron carbides at high pressure, H. Dekura, K. Shirai, and A. Yanase: J. Phys.: Conf. Ser., 215 (2010) 012117 -012122.
- [8]Theoretical investigation on synthesizing BC_5 crystal, N. Nakae, J. Ishisada, K. Shirai, and A. Yanase: J. Phys.: Conf. Ser., 215 (2010) 012116 -012122.
- [9]ボロンの新高圧相をめぐって, 白井 光雲: 高圧力の科学と技術, 19 (4) (2009) 304-308.
- [10]Termination dependence of surface stacking at 4H-SiC(0001)-1x1: Density functional theory calculations, H. Hara, Y. Morikawa, Y. Sano, and K. Yamauchi: Phys. Rev. B, 79 (2009) 153306-1-4.
- [11]First-principles study of the pentacene/Cu(111) interface: Adsorption states and vacuum level shifts, K. Toyoda, Y. Nakano, I. Hamada, K.H. Lee, S. Yanagisawa, and Y. Morikawa: J. Electron Spectrosc. Relat. Phenom., 174 (2009) 78-84.
- [12]Theoretical study of benzene on noble metal surfaces: Adsorption states and vacuum level shifts, K. Toyoda, Y. Nakano, I. Hamada, K.H. Lee, S. Yanagisawa, and Y. Morikawa: Surf. Sci., 603 (2009) 2912-2922.
- [13]化学反応シミュレーションの現状と課題, 池田隆司、ボエロマウロ、森川良忠: 日本物理学会誌, 64 (2009) 256-262.

国際会議

- [1]Superconductivity of icosahedron-based semiconducting boron (oral), *K. Shirai and H. Dekura: 15th International Symposium on Intercalation Compounds, May 11-15, 2009, Beijing, China.
- [2]Fermi surface and metallic properties of graphite at high pressure (poster), *N. Nakae, J. Ishisada, K. Shirai and Y. Yanase: 15th International Symposium on Intercalation Compounds, May 11-15, 2009, Beijing, China.
- [3]First-principle molecular dynamics simulations of chemical reactions at water/metal interfaces (oral), *Y. Morikawa: The 8th Japan-France Workshop on Nanomaterials, June 15-17, 2009, National Institute for Materials Science, Tsukuba, Japan.
- [4]Dynamics of reorientation of single lattice vacancy in silicon (poster), J. Ishisada and *K. Shirai: 25th International Conference on Defects in Semiconductors, July 20-24, 2009, St. Petersburg, Russia.
- [5]A new structure of Cu complex in Si and its photoluminescence (poster), *K. Shirai, H. Yamaguchi, A. Yanase and H. Katayama-Yoshida: 25th International Conference on Defects in Semiconductors, July 20-24, 2009, St. Petersburg, Russia.
- [6]Control of impurity diffusion in silicon by IR laser excitation (poster), *K. Shirai, K. Matsukawa, T. Moriwaki, and Y. Ikemoto: 25th International Conference on Defects in Semiconductors, July 20-24, 2009, St. Petersburg, Russia.
- [7]Metallicity of boron carbides at high pressure (poster), H. Dekura, *K. Shirai and A. Yanase:

International Conference on High Pressure Science and Technology, July 26-31, 2009, Tokyo, Japan.

[8]Superconductivity of B-C systems (poster), N. Nakae, J. Ishisada, H. Dekura and *K. Shirai:
International Conference on High Pressure Science and Technology, July 26-31, 2009, Tokyo, Japan.

[9]Theoretical study of interfacial dipoles at metal/organic interfaces (oral), *Y. Morikawa: The
Workshop on Advanced Spectroscopy Organic Materials of Elecornic Applicaions, September 30-October
2, Krusenberg Herrgard, Sweden.

[10]Lifetime and anharmonicity of local modes in semiconductors (oral), *K. Shirai, H. Dekura, J.
Ishisada, and H. Katayama-Yoshida: Materials Research Society 2009 Fall Meeting, November
30-December 4, Boston, U.S.A.

国際会議の組織委員、国際雑誌の編集委員

白井 光雲 16th International Symposium on Boron, Borides and Related Compounds (組織委員)

国内学会

日本物理学会

14 件

応用物理学会

2 件

取得学位

博士 (理学) α -ホウ素の超伝導に関する研究

出倉 春彦

博士 (基礎工学) 電極界面の設計に向けた π 共役分子／貴金属界面の第一原理的研究

豊田 健治

修士 (理学) グラファイトの高圧における電子状態

中江 伸也

修士 (理学) Rutile 型 TiO₂(110)面の酸素欠陥についての第一原理計算

森村 英幸

科学研究費補助金

単位：千円

特定領域研究 二十面体構造のホウ素系物質による超伝導探索 1,300

白井 光雲

特定領域研究 サブミクロンサイズ量子シミュレータの開発・公開 440

森川 良忠

特定領域研究 ナノリンク分子の理論 2,920

森川 良忠

特定領域研究 新型多機能ナノチューブデバイスのデザイン 770

森川 良忠

受託研究

森川 良忠 科学技術振興機構元素 脱貴金属を目指すナノ粒子自己 7,284
戦略プロジェクト 形成触媒の新規発掘

その他の競争的研究資金

白井光雲 日本学術振興会 日印予備交流派遣調査 150

ソフトナノマテリアル研究分野

原著論文

- [1] Photovoltaic Performance and Charge Carrier Mobility of Dendritic Oligothiophene Bearing Perylene Bis(dicarboximide) Groups, Y. Ie, T. Uto, A. Saeki, S. Seki, S. Tagawa, Y. Aso: *Synth. Met.*, 159 (9-11) (2009) 797-801.
- [2] STM Fluorescence of Porphyrin Enhanced by a Strong Plasmonic Field and Its Nanoscale Confinement in an STM Cavity, H. W. Liu, R. Nishitani, T. Z. Han, Y. Ie, Y. Aso, H. Iwasaki: *Phys. Rev. B*, 79 (12) (2009) 125415-1-6.
- [3] Electronegative Oligothiophenes Having Difluorodioxocyclopentene-annelated Thiophenes as Solution-processable n-Type OFET Materials, Y. Ie, M. Okabe, Y. Umemoto, H. Tada, Y. Aso: *Chem. Lett.*, 38 (5) (2009) 460-461.
- [4] Completely Encapsulated Oligothiophenes up to 12-mer, Y. Ie, A. Han, T. Otsubo, Y. Aso: *Chem. Commun.*, (21) (2009) 3020-3023.
- [5] Synthesis of Tripodal Anchor Units Bearing Selenium Functional Groups and Their Adsorption Behaviour on Gold, Y. Ie, T. Hirose, A. Yao, T. Yamada, N. Takagi, M. Kawai, Y. Aso: *Phys. Chem. Chem. Phys.*, 11 (25) (2009) 4949-4951.
- [6] Temperature Effects on Quasi-isolated Conjugated Polymers as Revealed by Temperature-Dependent Optical Spectra of 16-mer Oligothiophene Diluted in a Solid Matrix, K. Kanemoto, I. Akai, M. Sugisaki, H. Hashimoto, T. Karasawa, N. Negishi, Y. Aso: *J. Chem. Phys.*, 130 (23) (2009) 234909-1-7.
- [7] Synthesis, Properties, and FET Performance of Rectangular Oligothiophene, Y. Ie, T. Hirose, Y. Aso: *J. Mater. Chem.*, 19 (43) (2009) 8169-8175.
- [8] Comprehensive Evaluation of Electron Mobility for Trifluoroacetyl-Terminated Electronegative Conjugated Oligomer, Y. Ie, M. Nitani, T. Uemura, Y. Tominari, J. Takeya, Y. Honsho, A. Saeki, S. Seki, Y. Aso: *J. Phys. Chem. C*, 113 (39) (2009) 17189-17193.
- [9] Intrachain Photoluminescence Dynamics of a Long Oligothiophene at Room Temperature, K. Kanemoto, M. Sugisaki, H. Hashimoto, I. Akai, T. Karasawa, N. Negishi, Y. Aso: *J. Luminescence*, 129 (12) (2009) 1845-1848.
- [10] Air-Stable n-Type Organic Field-Effect Transistors Based on Carbonyl-Bridged Bithiazole Derivatives, Y. Ie, M. Nitani, M. Karakawa, H. Tada, Y. Aso: *Adv. Funct. Mater.*, 20 (6) (2010) 907-913.

解説、総説

オリゴチオフェン系のエレクトロニクス応用, 安蘇芳雄, 高分子, 高分子学会, 58[11] (2009), 801-804.

特許

- [1] 「フラーレン誘導体、およびそれを含有する半導体材料、およびそれを含有する半導体薄膜」永井隆文、田中義人、安蘇芳雄、家 裕隆、野澤貴博, 特願 2009-279903
- [2] 「フラーレン誘導体、およびそれを含有する n 型半導体材料、およびそれを含有する n 型半導体薄膜」永井隆文、田中義人、入田友美、安蘇芳雄、家 裕隆、辛川 誠, 特願 2009-279902
- [3] 「含窒素縮合環化合物、含窒素縮合環重合体、有機薄膜及び有機薄膜素子」安蘇芳雄、家 裕隆、植田将司、上田将人, 特願 2010-047852
- [4] 「含窒素縮合環化合物、有機薄膜及び有機薄膜素子」安蘇芳雄、家 裕隆、二谷真司、上田将人, 特願 2010-049171
- [5] 「重合体、この重合体を用いた有機薄膜及びこれを備える有機薄膜素子」家 裕隆、吉村篤軌、安蘇芳雄、上田将人, PCT-JP2010-053797
- [6] 「含フッ素重合体及びこれを用いた有機薄膜」安蘇芳雄、家 裕隆、二谷真司、上田将人, PCT-JP2010-053805
- [7] 「共役系化合物、並びにこれを用いた有機薄膜及び有機薄膜素子」家 裕隆、岡部 誠、安蘇芳雄、上田将人, 特願 2010-053562

[8]「分岐型化合物、並びにこれを用いた有機薄膜及び有機薄膜素子」家 裕隆、岡部 誠、安蘇芳雄、上田将人, PCT-JP2010-054015

[9]「共役化合物、並びにこれを用いた有機薄膜及び有機薄膜素子」家 裕隆、安蘇芳雄、岡部誠、上田将人, PCT-JP2010-054050

国際会議

[1]Synthesis, Properties, and n-Type FET Performances of Electronegative Oligomers Based on Difluorodioxocyclopentene-Annelated Thiophenes (oral), Yutaka Ie, Yoshikazu Umemoto, Yoshio Aso: The 11th International Kyoto Conference on New Aspects of Organic Chemistry, Kyoto, Japan, November 9-13, 2009.

[2]New Branched Polythiophenes for Organic Field-Effect Transistors (Poster), Makoto Karakawa, Yutaka Ie, Yoshio Aso: The 11th International Kyoto Conference on New Aspects of Organic Chemistry, Kyoto, Japan, November 9-13, 2009.

[3]Structural Investigation of Triphenylene Derivatives Bearing Fused Thiophene Rings (Poster), Masaru Endou, Yutaka Ie, Yoshio Aso: 5th Spanish-Portuguese-Japanese Organic Chemistry Symposium, Osaka University, November 6-8, 2009.

[4]Development of Electronegative Polythiophenes Containing Perfluoroacyl Groups (Poster), Masashi Nitani, Yutaka Ie, Yoshio Aso: 5th Spanish-Portuguese-Japanese Organic Chemistry Symposium, Osaka University, November 6-8, 2009.

[5]Synthesis and Properties of Cyclic Dimer of Benzo-Capped Oligothiophene Connected with Butadiyne Units (Poster), Tomoya Hirose, Yutaka Ie, Yoshio Aso: 5th Spanish-Portuguese-Japanese Organic Chemistry Symposium, Osaka University, November 6-8, 2009.

[6]Development of Electronegative p-Conjugated Systems towards n-Type Organic Semiconductor Material (oral), Yutaka Ie: The 5th Sino-Japanese Symposium on Organic Chemistry for Young Scientists, Chengdu, China, October 8-11, 2009.

[7]Functionalized Oligothiophene Molecular Wires (invited), Yoshio Aso: International Symposium of Post-Silicon Materials and Devices Research Alliance Project, Osaka University, September 5-6, 2009.

[8]Synthesis of Tripodal Anchor Units Bearing Selenium Functional Groups and Characterization of Their Monolayers (Poster), Tomoya Hirose, Yutaka Ie, Yoshio Aso: International Symposium of Post-Silicon Materials and Devices Research Alliance Project, Osaka University, September 5-6, 2009.

[9]Synthesis and Properties of Fully Insulated Oligothiophenes Bearing Anchor Units at Both Terminal Positions (Poster), Masaru Endou, Yutaka Ie, Yoshio Aso: International Symposium of Post-Silicon Materials and Devices Research Alliance Project, Osaka University, September 5-6, 2009.

[10]Synthesis and Properties of Completely Encapsulated Oligothiophenes (Poster), Yutaka Ie, Aihong Han, Yoshio Aso: The 13th International Symposium on Novel Aromatic Compounds, Luxembourg, July 19-24, 2009.

[11]Synthesis and Photovoltaic Performances of Branched Oligothiophene Bearing Perylene Bis(dicarboximide) Groups (Poster), Yutaka Ie, Toshihiko Uto, Yoshio Aso: The 4th East Asia Symposium on Functional Dyes and Advanced Materials, Osaka, Japan, June 2-5, 2009.

[12]Synthesis of New Branched Polythiophenes for an Organic Electronics Material (Poster), Makoto Karakawa, Yoshio Aso: The 4th East Asia Symposium on Functional Dyes and Advanced Materials, Osaka, Japan, June 2-5, 2009.

国際会議の組織委員、国際雑誌の編集委員

安蘇 芳雄 International Conference on Science and Technology of Synthetic Metals (組織委員)

国内学会

日本化学会

5 件

有機典型元素化学討論会

1 件

フッ素化学討論会

1 件

基礎有機化学討論会

2 件

高分子討論会		1 件
応用物理学学会学術講演会		1 件
取得学位		
修士 (工学)	両末端にフラーレンと長鎖パーフルオロアルキル基を有するオリゴチオフェンの合成・物性と素子評価	
野澤 貴博		
学士 (工学)	カルボニル架橋とチアゾール環を有する新規 π 共役系分子の合成と物性	
植田 将史		
科学研究費補助金		
		単位：千円
新学術領域研究	高次 π 空間の創発と機能開発	4,550
安蘇 芳雄		
新学術領域研究	拡張 π 電子共役系の創製に基づく高次 π 空間の機能とエレクトロニクス応用	4,420
安蘇 芳雄、辛川誠		
特定領域研究	単分子の電気伝導特性計測を指向した三脚アンカー導入被覆型分子ワイヤの創製	2,200
家 裕隆		
受託研究		
家 裕隆	NEDO 産業技術研究助成事業	8,840
	革新的分子設計に基づいた電子輸送性および両性の有機電界効果トランジスタ材料の開発	
奨学寄附金		
家 裕隆	財団法人 日産科学振興財団	2,000
家 裕隆	財団法人 関西エネルギーリサイクル科学研究振興財団	950

バイオナノテクノロジー研究分野

原著論文

- [1]Identifying Molecular Signatures in Metal-Molecule-Metal Junctions, M. Tsutsui, M. Taniguchi, K. Shoji, K. Yokota and T. Kawai: Nanoscale, 1 (2009) 164-170.
- [2]Molecular vibrations in metal-single-molecule-metal junctions, K. Yokota, M. Taniguchi and T. Kawai: Chemical Physics Letters, 487 (4-6) (2009) 268-271.
- [3]Single-Molecule Junctions with Strong Molecule-Electrode Coupling, M. Taniguchi, M. Tsutsui, K. Shoji, H. Fujiwara and T. Kawai: Journal of the American Chemical Society, 131 (40) (2009) 14146-14147.
- [4]Inelastic Electron Tunneling Spectroscopy of Single-Molecule Junctions Using Mechanically Controllable Break Junction, M. Taniguchi, M. Tsutsui, K. Yokota and T. Kawai: Nanotechnology, 20 (43) (2009) 434008-434015.
- [5]Fabrication of the Gating Nanopore, M. Taniguchi, M. Tsutsui, K. Yokota and T. Kawai: Applied Physics Letters, 95 (2009) 123701(1-3).
- [6]Replica Mold for Nanoimprint Lithography from a Novel Hybrid Resin, B. K. Lee, L.-Y. Hong, H. Y. Lee, D.-P. Kim and T. Kawai: Langmuir, 25 (19) (2009) 11768-11776.
- [7]Nanoarrays of Tethered Lipid Bilayer Rafts on Poly(vinyl alcohol) Hydrogels, B. K. Lee, H. Y. Lee, P. N. Kim, K. Y. Suh, T. Kawai: Lab on a chip, 9 (2009) 132-139.
- [8]Quantitative Evaluation of Metal-Molecule Contact Stability at the Single-Molecule Level, M. Tsutsui,

- M. Taniguchi and T. Kawai: *Journal of the American Chemical Society*, 13 (30) (2009) 10552-10556.
- [9]Atomistic Mechanics and Formation Mechanism of Metal-Molecule-Metal Junctions, M. Tsutsui, M. Taniguchi and T. Kawai: *Nano Letters*, 9 (6) (2009) 2433-2439.
- [10]Transverse Field Effects on DNA-Sized Particle Dynamics, M. Tsutsui, M. Taniguchi and T. Kawai: *Nano Letters*, 9 (4) (2009) 1659-1662.
- [11]Roles of Lattice Cooling on Local Heating in Metal-Molecule-Metal Junctions, M. Tsutsui, M. Taniguchi, K. Yokota, and T. Kawai: *Appl. Phys. Lett.*, 96 (2010) 103110-103112.
- [12]Identifying Single Nucleotides by Tunnelling Current, M. Tsutsui, M. Taniguchi, K. Yokota, and T. Kawai: *Nature Nanotechnology*, 5 (2010) 286-290.
- [13]Metal–molecule interfaces formed by noble metal–chalcogen bonds for nanoscale molecular devices, K. Yokota, M. Taniguchi, and T. Kawai: *J. Phys. Chem. C.*, 114 (2010) 4044-4050.
- [14]Insulated Molecular Wire with Highly Conductive pi-Conjugated Polymer Core, J. Terao, Y. Tanaka, S. Tsuda, N. Kambe, M. Taniguchi, T. Kawai, A. Saeki and S. Seki: *Journal of the American Chemical Society*, 131 (50) (2009) 18046–18047.
- [15]Atomic Force Microscopy Imaging of Supramolecular Organization of Hyaluronan and Its Receptor CD44, T. Murai, H. Hokonohara, A. Takagi and T. Kawai: *Ieee Transactions on Nanobioscience*, 8 (4) (2009) 294-299.
- [16]Liposomes and Lipid Membranes on a Flat Hydrogel Substrate Observed by Atomic Force Microscopy, A. Takagi, H. Hokonohara and T. Kawai: *Journal of Physiological Sciences*, 59 (2009) 441-441.
- [17]Flat hydrogel substrate for atomic force microscopy to observe liposomes and lipid membranes, A. Takagi, H. Hokonohara and T. Kawai: *Analytical and Bioanalytical Chemistry*, 395 (7) (2009) 2405-2409.
- [18]Nanoarrays of Tethered Lipid Bilayer Rafts on Poly(vinyl alcohol) Hydrogels, B. K. Lee, H. Y. Lee, P. N. Kim, K. Y. Suh, T. Kawai: *Lab on a chip*, 9 (2009) 132-139.
- [19]Experimental Observation of Bulk Band Dispersions in the Oxide Semiconductor ZnO Using Soft X-Ray Angle-Resolved Photoemission Spectroscopy, M. Kobayashi, G. S. Song, T. Kataoka, Y. Sakamoto, A. Fujimori, T. Ohkuchi, Y. Takeda, T. Okane, Y. Saitoh, H. Yamagami, H. Yamahara, H. Saeki, T. Kawai and H. Tabata: *Journal of Applied Physics*, 105 (12) (2009) 122403(1-4).
- [20]Electrostatic Force Microscopy: Imaging DNA and Protein Polarizations One by One, E. Mikamo-Satoh, F. Yamada, A. Takagi, T. Matsumoto and T. Kawai: *Nanotechnology*, 20 (14) (2009) 145102(6pp).
- [21]Electrostatic Force Spectroscopy on Insulating Surfaces: the Effect of Capacitive Interaction., A. Takagi, F. Yamada, T. Matsumoto and T. Kawai: *Nanotechnology*, 20 (36) (2009) 365501(7pp).
- [22]Profiling of Gene-dependent Translational Progress in Cell-free Protein Synthesis by Real-space Imaging, E. Mikamo-Satoh, A. Takagi, HiroTanaka, T. Matsumoto, T. Nishimura and T. Kawai: *Anal. Biochem.*, 394 (2) (2009) 275–280.
- [23]Partial Sequencing of a Single DNA Molecule with a Scanning Tunnelling Microscope, : *Nature Nanotechnology*, 4 (8) (2009) 518.
- [24]Rapid Fabrication of Teflon Micropores for Artificial Lipid Bilayer Formation, Mitsunori Kitta, Hiroyuki Tanaka and Tomoji Kawai: *Biosensors and Bioelectronics*, 25 (4) (2009) 931.
- [25]Profiling of Gene-Dependent Translational Progress in Cell-Free Protein Synthesis by Real-Space Imaging, Eriko Mikamo-Satoh, Akihiko Takagi, Hiroyuki Tanaka, Takuya Matsumoto, Tsutomu Nishimura and Tomoji Kawai: , 394 (12) (2009) 275.
- [26]Network of Tris(porphyrinato)cerium(III) Arranged on the Herringbone Structure of an Au(111) Surface, Hiroyuki Tanaka, Tomohiro Ikeda, Kousei Yamashita, Masayuki Takeuchi, Seiji Shinkai and Tomoji Kawai: *Langmuir*, 26 (1) (2010) 210.

- [27]Unipolar resistive switching characteristics of room temperature grown SnO_2 thin films, K. Nagashima, T. Yanagida, K. Oka and T. Kawai: Appl. Phys. Lett., 94 (2009) 242902.
- [28]Crucial role of doping dynamics on transport properties of Sb-doped SnO_2 nanowires, A. Klamchuen, T. Yanagida, K. Nagashima, S. Seki, K. Oka, M. Taniguchi and T. Kawai: Appl. Phys. Lett., 95 (2009) 053105.
- [29]Specific surface effect on transport properties of NiO/MgO heterostructured nanowires, K. Oka, T. Yanagida, K. Nagashima, H. Tanaka, S. Seki, Y. Honsho, M. Ishimaru, A. Hirata and T. Kawai: Appl. Phys. Lett., 95 (2009) 133110.
- [30]Interfacial effect on metal/oxide nanowire junctions, K. Nagashima, T. Yanagida, A. Klamchuen, M. Kanai, K. Oka, S. Seki and T. Kawai: Appl. Phys. Lett., 96 (2010) 073110.
- [31]Resistive Switching Multistate Nonvolatile Memory Effects in a Single Cobalt Oxide Nanowire, K. Nagashima, T. Yanagida, K. Oka, M. Taniguchi, T. Kawai, J.-S. Kim and B. H. Park: Nano Lett., 10 (2010) 1359-1363.
- [32]Enhancement of initial permeability due to Mn substitution in polycrystalline $\text{Ni}_{0.50-x}\text{Mn}_x\text{Zn}_{0.50}\text{Fe}_2\text{O}_4$, A. K. M. Hossain, T. S. Biswas, S. T. Mahmud, T. Yanagida, H. Tanaka and T. Kawai: J. Magn. Magn. Mater., 321 (2009) 81-87.
- [33]Influence of Mg and Cr Substitution on Structural and Magnetic Properties of Polycrystalline $\text{Ni}_{0.50}\text{Zn}_{0.50-x-y}\text{Mn}_x\text{Cr}_y\text{Fe}_2\text{O}_4$, A. K. M. Hossain, T. S. Biswas, S. T. Mahmud, T. Yanagida, H. Tanaka and T. Kawai: Mater. Chem. Phys., 113 (2009) 172-178.
- [34]ZnO Nanowire Morphology Control in Pulsed Laser Deposition, A. Marcu, M. Goyat, T. Yanagida and T. Kawai: J. Optoelectron Adv. Mater., 11 (2009) 421-424.
- [35]X-ray Absorption Magnetic Circular Dichroism of $\text{La}_{0.7}\text{Ce}_{0.3}\text{MnO}_3$ Thin Films, T. Yanagida, Y. Saitoh, Y. Takeda, A. Fujimori, H. Tanaka and T. Kawai: Phys. Rev. B, 79 (2009) 132405.
- [36]Novel Mechanochemical Process for Synthesis of Magnetite Nanoparticles using Coprecipitation Method, T. Iwasaki, K. Kosaka, T. Yabuuchi, S. Watano, T. Yanagida and T. Kawai: Adv. Powder Technol., 20 (2009) 521-528.
- [37]Size control of Magnetite Nanoparticles in Hydrothermal Synthesis by Coexistence of Lactate and Sulfate Ions, N. Mizutani, T. Iwasaki, S. Watano, T. Yanagida and T. Kawai: Curr. Appl. Phys., 10 (2010) 801-806.
- [38]Novel Environmentally Friendly Synthesis of Superparamagnetic Magnetite Nanoparticles using Mechanochemical Effect, T. Iwasaki, K. Kosaka, S. Watano, T. Yanagida and T. Kawai: Mater. Res. Bull., 45 (2010) 481-485.
- [39]Investigation of Structural and Magnetic Properties of Polycrystalline $\text{Ni}_{0.50}\text{Zn}_{0.50-x}\text{Mg}_x\text{Fe}_2\text{O}_4$ Spinel Ferrites, A. K. M. Hossain, T. S. Biswas, T. Yanagida, H. Tanaka, H. Tabata and T. Kawai: Mater. Chem. Phys., 120 (2010) 461-467.
- [40]Magnetic Cu-Ni (core-shell) Nanoparticles in a One-pot Reaction under Microwave Irradiation, T. Yamauchi, Y. Tsukahara, T. Sakata, H. Mori, T. Yanagida, T. Kawai and Y. Wada: Nanoscale, 2 (2010) 515-523.

著書

- [1]有機分子試料測定のために (重川秀実、吉村雅満、河津 璋)“実験物理科学シリーズ 「走査プローブ顕微鏡」”, 松本卓也, 共立出版, 6 (6) 2009.
- [2]超分子ナノエレクトロニクス (国武豊喜)“超分子サイエンス&テクノロジー基礎からイノベーションまで”, 松本卓也, NTS, 2009.

特許

- [1]「Field effect transistor and making method」 T. Kawai, M. Taniguchi, I. Fukui, 登録番号 US 7,557,392 B2
- [2]「DNA チップおよびそれを用いたバイオセンサー」H. Y. Lee, 川合 知二, J. W. Park, J. M. Kim,

H. S. Jung, 特許第 4324707 号

[3]「THE MANUFACTURE METHOD OF HIGH DURABLE REPLICA MOLD FOR NANOLOTHOGRAPHY」 T. Kawai, H. Y. Lee, B. K. Lee, N. Y. Hong, D. P. Kim, 特願 2009-0006902 (韓国)

[4]「ナノインプリントリソグラフィー用の高耐久性レプリカモールドおよびその作製方法」 B. K. Lee, H. Y. Lee, 川合 知二, N. Y. Hong, D. P. Kim, 特願 2009-0006902

[5]「探針装置」 松本卓也、川合知二, 特許第 4452278

[6]「高分子固定化基板の製造方法およびこの方法により得られる高分子固定化基板」 田中 裕行、川合知二, 特願 2003-203163

[7]「平面脂質二重膜の形成方法」 田中 裕行、橘田晃宜、川合知二, 特願 2010-32567

[8]「抵抗変化型不揮発性メモリ素子、および、抵抗変化型不揮発性メモリ素子の製造方法」 柳田剛、川合知二、長島一樹、岡敬祐, 特願 2009-168919

国際会議

[1]Heterostructured Oxide Nanowires and Their Interface Properties (invited), T. Kawai: Materials Research Society, San Francisco, California, USA, 2009.04.14-16.

[2]Nanoarray of Biomolecules with a Nanoimprinted Inert Hydrogels for Developing Nanobiosensor (invited), T. Kawai: Nanomeeting 2009, Minsk, Belarus, 2009.05.26-29.

[3]Composite nanostructures using transition metal oxide nanowires, T. Kawai: 15th International Conference on Composite Structures (ICCS15), Porto, Portugal, 2009.06.15-17.

[4]Non-Volatile Resistive Memory Effects in Oxide Nanowires, T. Kawai: 16th International Workshop on Oxide Electronics, Catalonia, Spain, 2009.10.04-07.

[5]Green NanoScience and Nanotechnology for the Energy Saving and Human Health (invited), T. Kawai: 2009 International Conference on Nano Science and Nano Technology(GJ-NST 2009), Muan, Korea, 2009.11.05-06.

[6]Multiferroic Properties in Metal Oxide Nanowires Toward Giant Magnetoresistance and Resistive RAM Application (invited), T. Kawai: The 2nd APCTP Workshop on Multiferroic, 台北市, 台湾, 2010.01.08-10.

[7]Fabrication and magnetic properties of one and two dimensional metal oxides (invited), T. Kawai: 11th(2010) Joint MMM-Intermag Conference, Washington, District Of Columbia, USA, 2010.01.18-22.

[8]Magnetism in Nanostructured Metal Oxide Materials, T. Kawai: International Conference on Magnetism & Advanced Materials (ICMAM-2010), Dhaka, Bangladesh, 2010.03-07.

[9]Electrostatic Force Microscopy /Spectroscopy on Insulating Substrates: Effect of Capacitive Interactions in Vacuum and Water (oral), *T. Matsumoto, M. Kawano, A. Takagi1, F. Yamada1, E.M.-Sato1, T. Kawai: 17th International Colloquium on Scanning Probe Microscopy (ICSPM17),Atagawa, Japan, Dec.10-12,2009.

[10]Nanotester : Imaging the Current Pathway of Soft Material (invited), *T. Matsumoto: Germany / Japan, 1st Workshop on “Nanoanalytics,Osaka,Japan, Feb.15,2010.

[11]Identification of Single Nucleotides Using Gating Nanopores (???), M. Taniguchi: The 13th SANKEN International Symposium 2009 / The 8th SANKEN Nanotechnology Symposium / The 3rd SANKEN MSTEC Symposium / The 2nd SANKEN Alliance Symposium, Osaka, Japan, 2010.01.18-19.

[12]Partial sequencing of a single DNA molecule with a scanning tunnelling microscope (invited), *Hiroyuki Tanaka and T. Kawai: 17th International Colloquium on Scanning Probe Microscopy (ICSPM17).

[13]Non-volatile Memory Effect in Heterostructured Nanowires of Transition Metal Oxides (invited), K. Nagashima, T. Yanagida, K. Oka and T. Kawai: The 8th Japan-France Workshop on Nanomaterials.

[14]Metal Oxide Nanowires: Synthesis, Properties and Non-volatile Memory Applications (invited), T.

- Yanagida, K. Nagashima, K. Oka and T. Kawai: The 8th Japan-France Workshop on Nanomaterials.
- [15]Non-volatile Unipolar Memory Switching in TiO₂ Heteronanowire (poster), K. Nagashima, T. Yanagida, K. Oka, M. Taniguchi and T. Kawai: The 10th International Symposium on Sputtering & Plasma Processes.
- [16]Non-volatile Bipolar Resistive Memory Switching in Single Crystalline NiO Heterostructured Nanowire (poster), K. Oka, T. Yanagida, K. Nagashima and T. Kawai: The 10th International Symposium on Sputtering & Plasma Processes.
- [17]Metal Oxide Nanowires: Synthesis, Nano-properties and Device Applications (oral), T. Yanagida, K. Nagashima, K. Oka and T. Kawai: The 10th International Symposium on Sputtering & Plasma Processes.
- [18]Mechanism of Nonvolatile Bipolar Resistive Memory Switching in MgO/Co₃O₄ Nanowire and Multi-storage Memory Application (poster), K. Nagashima, T. Yanagida, K. Oka, M. Taniguchi and T. Kawai: 5th Handai Nanoscience and Nanotechnology International Symposium.
- [19]Crucial Role of Doping Dynamics on Transport Properties of Sb-doped SnO₂ Nanowires (poster), T. Yanagida, A. Klamchuen, K. Nagashima, S. Seki, K. Oka, M. Taniguchi and T. Kawai: 5th Handai Nanoscience and Nanotechnology International Symposium.
- [20]Non-volatile Resistive Memory Switching in Individual MgO/NiO Heterostructured Nanowire (poster), K. Oka, T. Yanagida, K. Nagashima, M. Taniguchi and T. Kawai: 5th Handai Nanoscience and Nanotechnology International Symposium.
- [21]Mechanism of Resistive Switching in MgO/Co₃O₄ Nanowires for Non-volatile Memory Applications (poster), K. Nagashima, T. Yanagida, K. Oka, M. Taniguchi and T. Kawai: International Symposium on post silicon materials and devices research alliance project.
- [22]Resistive Switching Phenomena in MgO/Co₃O₄ Core/shell Nanowires (poster), K. Nagashima, T. Yanagida, K. Oka, T. Kawai, J.-S. Kim and B. H. Park: 16th International Workshop on Oxide Electronics.
- [23]Non-volatile Resistive Switching in Individual MgO/NiO Heterostructured Nanowire (poster), K. Oka, T. Yanagida, K. Nagashima, T. Kawai, J.-S. Kim and B. H. Park: 16th International Workshop on Oxide Electronics.
- [24]Self-Assembling Oxide Nanowires: Growth Mechanisms and the Impact on Transport Properties of Impurity-Doped Nanowires (poster), T. Yanagida, A. Klamchuen, K. Nagashima, K. Oka and T. Kawai: 16th International Workshop on Oxide Electronics.
- [25]Non-volatile Memory Switching using Atomically Controlled MgO/Co₃O₄ Heterostructured Nanowires (poster), K. Nagashima, T. Yanagida, K. Oka, M. Taniguchi and T. Kawai: Second International Symposium on Atomically Controlled Fabrication Technology.
- [26]Extraction of Localized Non-volatile Memory Switching using MgO/Cobalt Oxide Heterostructured Nanowire (poster), K. Nagashima, T. Yanagida, K. Oka, A. Klamchuen, M. Taniguchi and T. Kawai: The 13th SANKEN, The 8th Nanotechnology Center, The 3rd MSTEC, The 2nd Alliance International Symposium.
- [27]Impurity induced mesostructures of Sb-doped SnO₂ Nanowires (poster), A. Klamchuen, T. Yanagida, M. Kanai, K. Nagashima, K. Oka, T. Kawai: The 13th SANKEN, The 8th Nanotechnology Center, The 3rd MSTEC, The 2nd Alliance International Symposium.
- [28]Redox Reactions of Non-volatile Bipolar Resistive Memory Switching in Single Crystalline NiO Heterostructured Nanowire (poster), K. Oka, T. Yanagida, K. Nagashima, A. Klamchuen, T. Kawai: The 13th SANKEN, The 8th Nanotechnology Center, The 3rd MSTEC, The 2nd Alliance International Symposium.
- [29]Heterostructured Oxide Nanowires and Their Interface Properties (invited), T. Kawai and T. Yanagida: Material Research Society Spring Meeting.
- [30]Composite Nanostructures using Transition Metal Oxide Nanowires (oral), T. Kawai, T. Yanagida, K. Nagashima and K. Oka: 15th International Conference on Composite Structures.

- [31]Iron Oxide Shell Layer Morphology in PLD (oral), A. Marcu, T.Yanagida and T.Kawai: European Material Research Society.
- [32]Particles Flux Limitations in Nanostructures Growing Using PLD/VLS Technique (oral), A. Marcu, T.Yanagida, C.Grigoriu and T.Kawai: 10th International Balkan Workshop on Applied Physics, Constanta.
- [33]Study on Nucleation Seeds for Pulsed Laser Ablation Oxide Materials (oral), A. Marcu, T.Yanagida, A.Mihailescu, C.Grigoriu and T.Kawai: ROMOPTO 2009.
- [34]Non-Volatile Resistive Switching Memory Effects In Single Oxide Nanowire (invited), T. Yanagida and T.Kawai: WCU International Conference on Quantum Phases and Devices.
- [35]Addressable Lipid Rafts Nanoarrays for Advanced Nanomedicine (invited), H. Y. Lee: Special invited seminar, Microbiochip Center, Hanyang University, Seoul, Korea, 2009.04.23.
- [36]Addressable Lipid Rafts Nanoarrays for Advanced Nanomedicine (invited), H. Y. Lee: Special invited seminar, Deviion of Marin Molecular Biotechnology, Kangung University, Kangung, Korea, 2009.04.28.
- [37]Bio-Nanodevices using QCM (invited), H. Y. Lee: QCM Research Workshop; Research of molecular interaction by QCM ~from biomolecules to materials, Tokyo, Japan, 2009.09.25.
- [38]Biomimetic Nanowell Array Chip based on Digital Signal toward Nanomedicine (invited), H. Y. Lee: The second Korea-Israel Workshop on “Cells & Molecules, Chips & sensors: innovative platforms for interfacing biology”, The Hebrew University of Jerusalem, Israel, 2009.10.26.
- [39]Artificial Cell Membrane Nanoarrays Toward Advanced Nanomedicin (invited), H. Y. Lee: 1st WCU Workshop on "Quantum Physics and Devices", KonKuk university, Seoul, Korea, 2009.10.28.
- [40]Biomedical NanoDevice System Toward Nontoxic Diagnostics and Therapeutics (invited), H. Y. Lee: Special invited seminar, Pusan university, Pusan, Korea, 2009.11.11.
- [41]Addressable Nanoarrays of Tethered Lipid Bilayer Rafts for Advanced Nanomedicine (poster), H. Y. Lee: The 13th SANKEN International Symposium 2009 / The 8th SANKEN Nanotechnology Symposium / The 3rd SANKEN MSTEC Symposium / The 2nd SANKEN Alliance Symposium, Osaka, Japan, 2010.01.18-19.
- [42]Minute Signal Detection of Biomelecules Toward Advanced Nanobiodevices (invited), H. Y. Lee: 1st WCU&NCRC Co-Workshop on "Sensors& their application for human interface system", Sungkyunkwan university, Suwon, Korea, 2010.2.24.
- [43]Nanobiosensor Toward Nanomedicine (invited), H. Y. Lee: Special invited seminar, Center for Materials and Processes of Self-Assembly, KookMin university, Seoul, Korea, 2010.3.19.
- [44]Nanowell Array Biodevices Integrated Top-down and Bottom-up Technology (invited), H. Y. Lee: Nano-Bio based Fusion Technology Conference, Boston, USA, 2009.06.18-19.

国際会議の組織委員、国際雑誌の編集委員

- 川合 知二 International Conference on Superlattices, Nanostructures and Nanodevices (ICSNN) in 2010 (諮問委員)
- 川合 知二 International Symposium on Surface Science -Focusing on Nano-, Green, and Biotechnologies- (ISSS-6) (プログラム諮問委員)
- 川合 知二 CIMTEC 2010 12th International Ceramics Congress Symposium CI Magnetic and Transport Properties of Oxides (諮問委員)
- 松本 卓也 The 6th International Symposium on Surface Science and Nanotechnology (プログラム委員会委員)

国内学会

- | | |
|----------|------|
| 日本化学会 | 1 件 |
| 日本物理学会 | 6 件 |
| 応用物理学会 | 17 件 |
| 日本表面科学会 | 6 件 |
| 日本生物物理学会 | 2 件 |
| 高分子討論会 | 1 件 |

分子科学会		2 件
錯体化学討論会		1 件
化学工学会		1 件
粉体工学会		1 件
その他		6 件
取得学位		
博士(工学)	新奇金属酸化物ナノワイヤ構造創製・電気輸送物性評価と不揮発性抵抗変化メモリ応用に関する研究	
長島 一樹		
修士(工学)	自己組織化巨大分子ネットワークの電荷輸送	
瀬川裕司		
修士(工学)	AFM 周波数シフト法による液中相互作用力計測	
河野正人		
修士(理学)	真空中および溶液中における金および[Ni(dmit)2]-の単原子および単分子電気伝導度測定	
森本康友		
博士(理学)	Studies on metal-molecule interfaces and conductive properties for single-molecule junctions	
横田一道		
修士(理学)	人工平面膜と原子間力顕微鏡を用いた機械刺激によるイオンチャネル開閉の単一分子実時間計測	
橘田 晃宜		
学士	ナノ流路デバイスによるアレルゲンの検出	
野田哲矢		
科学研究費補助金		
		単位：千円
新学術領域研究 (総括班)	分子ナノシステムの創発化学	14,690
川合 知二		
新学術領域研究 (川合班)	遷移金属酸化物ナノ構造体における階層を越えたプログラム自己創発化学	21,840
川合 知二		
基盤研究(A)	単一バイオ分子解析に向けたナノチャネル構造体の創成	20,150
川合 知二		
新学術領域研究	トップダウン空間規制電極による自己組織的分子機能創発	10,500
松本 卓也		
基盤研究(B)	パルス変調引力顕微鏡の開発と水溶液中における分子認識反応の解析	3,400
松本 卓也		
挑戦的萌芽研究	DNA 自己組織化分子アレイを用いたナノスケールホッピング伝導デバイス	1,300
松本 卓也		
若手研究(B)	量子伝導性有機分子の創製	910
谷口正輝		
新学術領域(課題提案型)	ゲーティング固体ナノポアを用いた DNA シーケンサーの開発	10,920
谷口正輝		
特定領域研究 (公募)	ハイコンダクタンス単一分子接合に向けた電極—分子界面の創製	2,300
谷口正輝		
若手研究(B)	酸化物ヘテロナノワイヤ構造体の創成と物性評価	1,170
柳田剛		
受託研究		

川合 知二	内閣府 最先端研究開発支援プログラム	1 分子解析技術を基盤とした革新ナノバイオデバイスの開発研究—超高速単分子 DNA シークエンシング、超低濃度ウイルス検知、極限生体分子モニタリングの実現—	0
川合 知二	文部科学省	【ナノテクノロジー・ネットワーク】阪大複合機能ナノファウンダリ	108,000
川合 知二	文部科学省	生体ゆらぎに学ぶ知的人工物と情報システム	6,392
川合 知二	文部科学省	生命分子の集合原理に基づく分子情報の科学研究ネットワーク拠点	3,515
谷口 正輝	科学技術振興機構	自己組織化配線法による超高集積分子デバイスの創製	8,560
田中 裕行	独立行政法人科学技術振興機構	単一分子 DNA のナノポアシークエンシング	15,926
柳田剛	SCOPE	無機・有機融合型ヘテロナノワイヤのネットワーク構造体を用いた超 Tbit 級不揮発性メモリ素子の研究開発	12,074
柳田剛	科学技術振興機構	酸化物ヘテロナノワイヤ構造体による不揮発性メモリ素子の創製	32,630
LEE HE AYEON	科学技術振興機構	ナノバイオデバイス実用化戦略のためナノ複製モールドによる新微細加工技術開発	2,000
その他の競争的研究資金			
柳田剛	ホソカワ粉体工学振興財団	ナノ転写法による機能性酸化物棒状ナノ粒の配列制御	700

環境・エネルギーナノ研究分野

原著論文

[1]Direct mapping of the spin-filtered surface bands of a three-dimensional quantum spin Hall insulator, A. Nishide, A. A. Taskin, Y. Takeichi, T. Okuda, A. Kakizaki, T. Hirahara, K. Nakatsuji, F. Komori, Y. Ando, and I. Matsuda: Phys. Rev. B, 81 (4) (2010) 04139/1-4.

[2]Quantum oscillations in a topological insulator $\text{Bi}_{1-x}\text{Sb}_x$, A. A. Taskin, and Y. Ando: Phys. Rev. B, 80 (8) (2009) 085303/1-6.

国際会議

[1]Transport and Magnetic Studies of the Topological Insulator Bi-Sb (invited), *Y. Ando: International Workshop on Novel Topological States in Condensed Matter Physics, Hong Kong, China, June 23, 2009.

[2]Unusual Transport and Magnetic Properties of a Topological Insulator Bi-Sb (oral), *Y. Ando, and A. A. Taskin: 6th International Symposium on High Magnetic Field Spin Science in 100T: Application of High Magnetic Field for Condensed Matter and Material Sciences, Sendai, Japan, December 7, 2009.

[3]Quantum Oscillations in a Topological Insulator $\text{Bi}_{1-x}\text{Sb}_x$ (oral), *Y. Ando, and A. A. Taskin: RIKEN Workshop on "Emergent Phenomena of Correlated Materials," Saitama, Japan, December 3, 2009.

[4]Study of the novel superconductivity in Cu-intercalated Bi_2Se_3 (poster), *Z. Ren, A. A. Taskin, K. Segawa, and Y. Ando: RIKEN Workshop on "Emergent Phenomena of Correlated Materials," Saitama, Japan, December 3, 2009.

[5]Anomalous Magnetotransport in a Topological Insulator $\text{Bi}_{1-x}\text{Sb}_x$ (oral), *Y. Ando, and A. A. Taskin: Workshop on Exotic Insulating State of Matter, Johns Hopkins Univ., Baltimore, USA, January 14-16, 2010.

[6]Quantum Oscillations in a Topological Insulator Bi-Sb (invited), *Y. Ando: American Physical Society March Meeting, Portland, USA, March 15, 2010.

国際会議の組織委員、国際雑誌の編集委員

安藤 陽一 EPL-Europhysics Letters (共同編集者)

国内学会

日本物理学会第 65 回年次大会

1 件

日本物理学会 2009 年秋の分科会

2 件

科学研究費補助金

単位：千円

若手研究 (S) モット絶縁体とスピンホール絶縁体：普通ではない絶縁体の物理の究明

26,500

安藤 陽一

特定研究

ランタン系銅酸化物における量子振動の探索

2,100

安藤 陽一

その他の競争的研究資金

安藤 陽一

US AFRL Asian Office of
Aerospace Research and
Development, Special Grant

Exploration of New Principles in
Spintronics Based on Spin Hall
Insulators

5,350

ナノ知能システム分野

原著論文

[1]A direct method for estimating a causal ordering in a linear non-Gaussian acyclic model, S. Shimizu, A. Hyvarinen, Y. Kawahara, T. Washio: Proceedings of 25th Conference on Uncertainty in Artificial Intelligence, (2009) 506-513.

- [2]Change-point detection in time-series data by direct density-ratio estimation, Y. Kawahara and M. Sugiyama: Proceedings of the 2009 SIAM International Conference on Data Mining, (2009) 389-400.
- [3]Submodularity cuts and applications, Y. Kawahara, K. Nagano, K. Tsuda and J. Bilmes: Advances in Neural Information Processing Systems, 22 (2009) 916-924.
- [4]Optimization of Budget Allocation for TV Advertising, K. Ichikawa, K. Yada, N. Nakachi, T. Washio: Proceedings of KES2009: 13th International Conference on Knowledge-Based and Intelligent Information & Engineering Systems, (2009) 270-277.
- [5]ユークリッド距離の高速高精度推定と範囲問合せへの応用, 城戸健太郎, 桑島洋, 鷺尾隆: 情報処理学会論文誌, 50 (5) (2009) 1493-1505.
- [6]Modelling deposit outflow in financial crises: application to branch management and customer relationship management, K. Yada, T. Washio, Y. Ukai: International Journal of Advanced Intelligence Paradigms, 2 (2,3) (2009) 254-270.

著書

- [1]New Frontiers in Applied Data Mining, PAKDD 2008 International Workshops (S. Chawla, 鷺尾 隆, 湊 真一, 津本 周作, 小野田 崇, 山田 誠二, 猪口 明博)“New Frontiers in Applied Data Mining, PAKDD 2008 International Workshops”, , Springer, LNAI5433 (LNAI5433) 2009.
- [2]Special Issue on Data-Mining and Statistical Science (鷺尾 隆)“New Generation Computing, Computing Paradigms and Computational Intelligence”, 鷺尾 隆, Springer, 27[4] (27[4]) 2009.
- [3]Advances in Machine Learning (Z.H. Zhou, T. Washio)“Advances in Machine Learning, Proceedings of First Asian Conference on Machine Learning, ACML 2009”, Z.H. Zhou, T. Washio, Springer, LNAI5828 (LNAI5828) 2009.

国際会議

- [1]Identification of an exogenous variable in a linear non-Gaussian structural equation model (oral), S. Shimizu, A. Hyvarinen, Y. Kawahara, T. Washio: 4th International Workshop on Data-Mining and Statistical Science (DMSS2009), Kyoto, Japan, July 7-8, 2009.

国際会議の組織委員、国際雑誌の編集委員

- | | |
|------|---|
| 鷺尾 隆 | The 9th SIAM International Conference on Data Mining (SDM09) (プログラムエリア委員長) |
| 鷺尾 隆 | PAKDD: Pacific-Asia Conference on Knowledge Discovery and Data Mining (ステアリング委員) |
| 鷺尾 隆 | The fifteenth ACM SIGKDD International Conference on Knowledge Discovery and Data Mining (KDD-2009) (プログラム委員) |
| 鷺尾 隆 | The first Again Conference on Machine Learning (ACML-2009) (プログラム委員長) |
| 鷺尾 隆 | 7th International Workshop on Mining and Learning with Graphs (MLG-2009) (プログラム委員) |
| 鷺尾 隆 | The 18th ACM Conference on Information and Knowledge Management (CIKM 2009) (プログラム委員) |
| 鷺尾 隆 | 2009 IEEE International Conference on Data Mining (ICDM09) (プログラム委員) |
| 鷺尾 隆 | The Twelfth International Conference on Discovery Science (DS09) (プログラム委員) |
| 鷺尾 隆 | First International Workshop on Learning and Mining for Robotics (LEMIR 2009) (プログラム委員) |
| 鷺尾 隆 | Knowledge and Information Systems: Special Issue on Selected Papers of The 12th Pacific-Asia Conference on Knowledge Discovery and Data Mining (PAKDD2008) (ゲスト編集者) |
| 鷺尾 隆 | New Generation Computing: Special Issue on Selected Papers of The 3rd International Workshop on Data Mining and Statistical Science (DMSS2008) (ゲスト編集者) |
| 鷺尾 隆 | International Journal of Knowledge and Web Intelligence (IJKWI) (編集委員) |
| 鷺尾 隆 | 27th International Conference on Machine Learning (ICML-10) (プログラム委員) |

鷺尾 隆	11th Pacific Rim International Conference on Artificial Intelligence (PRICAI 2010) (特別セッション委員長)	
鷺尾 隆	19th European Conference on Artificial Intelligence (ECAI 2010) (プログラム委員)	
鷺尾 隆	The Thirteenth International Conference on Discovery Science (DS2010) (プログラム委員)	
鷺尾 隆	SIAM Conference on Data Mining (SDM2011) (プログラム委員長)	
鷺尾 隆	ICDM 2010, the 10th IEEE International Conference on Data Mining (プログラム委員)	
猪口 明博	2009 Pacific-Asia Conference on Knowledge Discovery and Data Mining (プログラム委員)	
猪口 明博	2009 Asian Conference on Machine Learning (プログラム委員)	
猪口 明博	2009 International Workshop on Data-Mining and Statistical Science (ワークショップ委員長 (共同))	
猪口 明博	2009 SIAM International Conference on Data Mining (プログラム委員)	
猪口 明博	2009 IADIS European Conference on Data Mining 2010 (プログラム委員)	
猪口 明博	2010 Pacific-Asia Conference on Knowledge Discovery and Data Mining (プログラム委員)	
猪口 明博	IEICE Transactions on Information and Systems, Special Section on Data Mining and Statistical Science. (編集委員)	
猪口 明博	International Journal of Applied Evolutionary Computation (査読委員)	
河原 吉伸	2009 Asian Conference on Machine Learning (プログラム委員)	
国内学会		
人工知能学会 全国大会		6 件
人工知能学会 データマイニングと統計数理研究会		1 件
統計関連学会連合大会		1 件
宇宙科学技術連合講演会		1 件
情報処理学会全国大会		2 件
ファイナンスにおける人工知能応用研究会		1 件
人工知能学会基本問題研究会		1 件
取得学位		
修士 (工学)	Study on Graph Classification Based on Optimizing Graph Spectra	
Nguyen Duy Vinh		
修士 (工学)	大規模次元データの確率的期待値推定手法に関する研究	
Nguyen Hong Ha		
学士 (工学)	データの非正規性を活用する因果構造探索法と事前情報の利用	
稲積 孝紀		
学士 (工学)	飽和系列パターンマイニングを用いたグラフ系列マイニングの高速化に関する研究	
岸本 卓也		
学士 (工学)	大規模次元データにおける確率的期待値推定手法の特徴分析に関する研究	
松田 衆治		
科学研究費補助金		
基盤研究 (A)	大規模変数次元データの因果構造マイニング手法開発と遺伝子機能関係知識ベースの作成	単位：千円 10,400
鷺尾 隆		
特定領域研究	高次元観測データからの大規模対象状態に関する未来予測と管理戦略策定手法の開発	2,400
鷺尾 隆		
挑戦的萌芽研究	不完全データからの大規模半正定行列推定手法の探究と量子情報計算実験推定への応用	1,300
鷺尾 隆		
若手研究 (B)	時間変化するネットワーク構造データの局所特徴的パターンマ	2,080

猪口 明博	イニング手法の開発	
若手研究 (B)	信頼性を重視した大規模変数次元小標本因果ネットワーク推定法の開発	1,430
清水 昌平		
若手研究 (スタートアップ)	大規模データのための変化検出アルゴリズムとその計算アーキテクチャ	1,534
河原 吉伸		
奨学寄附金		
鷲尾 隆	株式会社富士通研究所	1,000
鷲尾 隆	米国空軍科学技術局アジア宇宙航空研究開発事務所	7,267
河原 吉伸	J F E 21 世紀財団	2,000
その他の競争的研究資金		
猪口 明博	科学技術振興機構 戦略的創造研究推進事業	15,600
	大規模グラフ系列からの知識体系化と理解支援手法の開発	

ナノ医療応用バイス分野

原著論文

[1]Biomolecular Nano-Flow-Sensor to Measure Near-Surface Flow, Lee S-W, Kinoshita H, Noji H, Fujii T, Yamamoto T: Nanoscale Res Lett., 5 (2010) 296-301.

[2]Protein assay using diffusion effect in single molecule micro-TAS, Nakayama T, Namura M, Tabata KV, Noji H, Yokokawa R: Lab on a Chip, 9 (2009) 3567-3573.

[3]Acceleration of the ATP-binding rate of F_1 -ATPase by forcible forward rotation, Iko, Y., Tabata, K.V., Sakakihara, S., Nakashima, T., Noji, H.: FEBS Lett., 583 (2009) 3187-3191.

解説、総説

特集：生命システムの階層間をまたぐイメージング技術 特集にあたって、野地博行、永井健治、蛋白質 核酸 酵素, 共立出版, 54[15] (2009), 1913-1917.

新規蛍光プローブを用いた細胞内 ATP イメージング, 今村博臣、野地博行、蛋白質 核酸 酵素, 共立出版, 54[15] (2009), 1937-1944.

単一分子の分析と生命物理学, 野地博行, 化学と工業, 日本化学会, 62[10] (2009), 1082-1084.

Single-molecule assay of biological reaction in femtoliter chamber array, Iino R., Lam L., Tabata K. V., Rondelez Y., Japanese Journal of Applied Physics, Japan Society of Applied Physics, 48 (2009), 08JA04-1-5.

国際会議

[1]36-degree stepping rotation of F_0F_1 -ATP synthase (oral), *Hiroyuki Noji, Ryota Iino: International Symposium “Innovative Nanoscience of Supramolecular Motor Proteins Working in Biomembranes” (Kyoto, Japan), 2009/9/8-10.

[2]Completion of the chemomechanical coupling scheme of F_1 -ATPase: P_i -release and torque generation (invited), *Hiroyuki Noji: WBMA’ 09(Osaka, Japan), 2009/12/15-17.

[3]Imaging of Intracellular ATP Using FERT-Based Indicators (invited), *Hiroyuki Noji: International Symposium of Joint Research Network on Advanced Materials and Devices “彫” (Hotel-NIDOM Hokkaido), 2010/3/25.

科学研究費補助金

		単位：千円
特定領域研究	膜超分子モーターの革新的ナノサイエンス：総括班	14,100
野地 博行		
特定領域研究	F_0F_1 -ATP 合成酵素の回転動作機構の解明	45,300
野地 博行		
若手研究(B)	プロトン駆動力で回転する ATP 合成酵素を 1 分子技術と	2,990
飯野 亮太	マイクロデバイスで可視化する	

特別研究員奨励費	粗視化タンパク質モデルの数値実験による細胞機能の再現と定量的統計理論の構築	800
林 久美子 新学術領域研究	モータータンパク質の揺らぎと性能の相関を調べる超高速光学顕微鏡の開発	3,640
飯野 亮太		

ナノテクノロジー産業応用分野（外国人客員：崔 徳均）

原著論文

[1]Enhanced leakage current properties of Ni-doped Ba_{0.6}Sr_{0.4}TiO₃ thin films driven by modified band edge state., S. Hyungtak, Y.-B. Kim, G. Lucovsky, II-D. Kim, K.-B. Chung, H. Kobayashi, and D.-K. Choi: J. Appl. Phys., 107 (2010) 024109/1-7.

第2プロジェクト研究分野（感染制御学研究分野）

原著論文

[1]H-NS modulates multidrug resistance of *Salmonella enterica* serovar Typhimurium by repressing multidrug efflux genes *acrEF*, K. Nishino, M. Hayashi-Nishino, Akihito Yamaguchi: Antimicrob. Agents Chemother., 53 (8) (2009) 3541-3543.

[2]Role of the AraC/XylS family regulator YdeO in multidrug resistance of *Escherichia coli*, K. Nishino, Y. Senda, M. Hayashi-Nishino, A. Yamaguchi: J. Antibiot., 62 (5) (2009) 251-257.

[3]Regulation and physiological function of multidrug efflux pumps in *Escherichia coli* and *Salmonella*, K. Nishino, E. Nikaido, A. Yamaguchi: Biochim. Biophys. Acta-Proteins and Proteomics, 1794 (5) (2009) 834-43.

解説、総説

薬剤輸送と病原性発現に関与する膜蛋白質機能の解明, 西野 邦彦, 表面, , 47 (2009), 235-245.

サルモネラ多剤耐性化に関与する多剤排出トランスポーターAcrAB 誘導機構の解析, 二階堂 英司、城阪 郁江、山口 明人、西野 邦彦, 臨床薬理の進歩, 財団法人臨床薬理研究振興財団, 30[29] (2009), 77-84.

サルモネラ異物排出トランスポーターAcrAB の発現制御ネットワーク解析, 二階堂 英司、中島 良介、櫻井 啓介、城阪 郁江、山口 明人、西野 邦彦, 日本細菌学雑誌, 日本細菌学会, 65[1] (2010), 72.

Virulence and drug resistance roles of bacterial multidrug efflux systems, K. Nishino, Proceedings of the symposium on biological membrane, 日本薬学会, (2009), .

Electron tomography revealed a subdomain of the endoplasmic reticulum as a cradle for autophagosome formation, M. Hayashi-Nishino, N. Fujita, T. Noda, A. Yamaguchi, K. Nishino, T. Yoshimori, A. Yamamoto, Proceedings of the symposium on biological membrane, 日本薬学会, (2009), .

The localization study of a bacterial efflux transporter, T. Hirata, A. Kitamura, K. Nishino, A. Yamaguchi, Proceedings of the symposium on biological membrane, 日本薬学会, (2009), .

Regulation mechanism of Salmonella AcrAB multidrug efflux pump in response to extracellular signals, E. Nikaido, I. Shirosaka, R. Nakashima, A. Yamaguchi, K. Nishino, Proceedings of the symposium on biological membrane, 日本薬学会, (2009), .

国際会議

[1]Regulation of multidrug efflux pumps in *Escherichia coli* (poster), *Yamasaki, S., M. Nishino-Hayashi, A. Yamaguchi, and K. Nishino.: The 10th Japan-Korea International Symposium on Microbiology, Yokohama, Japan (2010/3/26).

[2]Green Microbiology: Development of novel therapeutic strategies to tackle multidrug-resistant pathogens. (poster), *K. Nishino: The 13th SANKEN International Symposium (18 Jan. 2010, Osaka).

[3]Effects of NlpE overproduction on the induction of xenobiotic transporters involved in multidrug

共同研究

ナノ極限アプリケーション分野

単位：千円

楊 金峰	技術研究組合 極 端紫 外線露光システム技術 開発機構	レーザープラズマ流れの磁場制 御に関する研究	1,800
古澤孝弘	日産化学工業（株）	EUV 光照射によるレジスト下層 膜の特性の研究	1,000
古澤孝弘	Selete	EUV レジストにおけるラインエ ッジラフネスの解析と形成機構 の解明	1,000

ナノ機能予測研究分野

森川 良忠	トヨタ自動車株式会社	高精度第一原理電子状態計算手 法による Li イオン拡散過程の解 析	4,950
森川 良忠	パナソニック株式会社	第一原理計算による有機・金属界 面の解析に関する研究	1,359
白井 光雲	株式会社ルネサステク ノロジ	半導体中の遷移金属不純物の新 ゲッターリング方法の理論的開発 とその実証研究	0

ソフトナノマテリアル研究分野

安蘇 芳雄、家 住友化学株式会社 裕隆		有機エレクトロニクス材料の開発	1,012
安蘇 芳雄、家 ダイキン工業 裕隆		新規含フッ素デンドリマーの合成、 有機薄膜太陽電池用 n 型半導体の 開発	2,750

バイオナノテクノロジー研究分野

松本 卓也	独立行政法人産業技術 総合研究所	自己組織化を利用した触媒作成 技術の開発	0
松本 卓也	兵庫県立大学	ナノトランスファープリンティ ング	0
松本 卓也	独立行政法人産業技術 総合研究所	シトクロム C 複合体のスラブ光 導波路分光	0
谷口 正輝	京都大学大学院 工学 研究科	ロタキサン分子ワイヤによる分 子デバイスの開発	0
谷口 正輝	首都大学東京大学院	光スイッチングデバイスの開発	0
谷口 正輝	理工学研究科 東京大学大学院 総合 文化研究科	スピン分子デバイスの開発	0
谷口 正輝	東京大学 物性研究所	自己組織化膜の電子状態	0
谷口 正輝	パナソニック	単一分子デバイスに関する研究	2,596
田中 裕行	大阪大学 生命機能研究 科 分子情報連携研究セ ンター	原子間力顕微鏡プローブによる 単一分子カリウムチャンネルゲ ートの直接操作	0
田中 裕行	首都大学東京大学院・理 工学研究科・分子物質化 学専攻	未来材料を目指したポルフィン 分子の置換基の研究	0

単位：千円

田中 裕行	独立行政法人 物質・材料研究機構 ナノ有機センター 高分子グループ	ポルフィリンの二次元自己組織化構造	0
-------	-----------------------------------	-------------------	---

環境・エネルギーナノ研究分野

安藤 陽一	(財) 電力中央研究所	遷移金属酸化物の物性研究を通じた新材料開発	1,000
-------	-------------	-----------------------	-------

(センター共同研究)

量子ビームを活用したナノ粒子の形成と制御

工学研究科環境エネルギー工学専攻 西嶋茂宏
産業科学研究所産業科学ナノテクノロジーセンター 吉田陽一
e-mail : yoshida@sanken.osaka-u.ac.jp

共同研究概要

量子ビーム等を活用して、ナノ粒子の作成および機能付加を行い、さらに磁場等の制御性を付加することにより、新規な DDS を目指す。

1. はじめに

抗がん剤をはじめとする化学療法は非侵襲の治療法であるが、薬剤が患部のみならず正常な組織をも損傷することで副作用を生じる可能性がある。そこで着目されているのが、体内の薬物分布を量的・空間的・時間的に制御する薬剤配送システム (DDS; Drug Delivery System) である。

本研究では、量子ビームを用いた強磁性ナノ粒子を包含する機能性薬剤の調製の可能性の検討と、磁気力を用いた体外からの制御による体内深部での薬剤集積の検討を行った。磁気力制御に関しては、体外に配置した超電導磁石による非侵襲・非接触の体内深部での強磁性ナノ粒子の集積制御を検討した。機能性薬剤の調製については、量子ビーム (γ 線) を利用した刺激応答性高分子による強磁性ナノ粒子の表面修飾によって、薬剤放出制御の検討を行った。

2. 超電導バルク磁石による模擬臓器への強磁性ナノ粒子の集積実験

毛細血管を模した流路を有する模擬臓器への強磁性ナノ粒子の集積実験を行った。プラスチックシリンジ ($\phi 13\text{mm} \times 60\text{mm}$) にガラスビーズを充填し、流入口と流出口に金属フィルター (SUS304、200 メッシュ) を配置したものを模擬臓器とした。超電導バルク磁石 ($\phi 60\text{mm} \times 20\text{mm}$ 、最大磁束密度 4T) の中心から鉛直方向に距離を離し、磁束密度 1.5T、0.7T、0.4T の位置にプラスチックシリンジを配置し、集積実験を行った。また、比較のために Nd 永久磁石 ($\phi 30\text{mm} \times 15\text{mm}$ 、最大磁束密度 0.4T) でも同様の実験を行った。血液の粘性率 ($3\text{--}8\text{mPa} \cdot \text{s}$) に調整するために、溶媒をゼラチンとするマグネタイトナノ粒子懸濁液 (粒子径 100nm、20mg/l、粘性率 10wt%) を粘度調節のために 65°C に保ち、ポンプによって流速 1mm/sec で 5 分間循環させた。その後、模擬毛細血管を冷却して、厚さ約 6mm に切断し、それらを塩酸に 2 日間浸漬させ、マグネタイトを完全に溶解させた溶液について、高周波誘導結合プラズマ原子発光分析 (ICP-AES) (ICPS-7500、島津製作所) を使用して鉄イオン濃度を測定した。結果として、超電導バルク磁石は同

距離に配置した永久磁石に比べ高い集積率を見せ、遠隔制御で有効な薬剤集積が行えることが示された。

3. 超電導バルク磁石による模擬臓器への強磁性ナノ粒子の集積実験

模擬毛細血管における結果をもとに、磁性薬剤の生体内での局所集積の可能性を検討した。雄の Wister ラット (5 週齢) を開腹し、マグネタイト懸濁液 (平均粒子径 100nm、度 20mg/1) 500 μ l を門脈より注射した後、標的部位とする肝臓表面の磁束密度が 0.7T、0.4T となるように超電導バルク磁石上にラットを配置した (図 1)、20 分間麻酔状態で血液循環を行っている状態で静置し、強磁性粒子を肝臓内毛細血管に集積させた。臓器は冷凍後、ミクロトーム (Leica CM1510-Cryostat) を使用して厚さ 10 μ m の薄片とした。

各臓器の鉄イオン濃度を ICP-AES で測定し、各臓器 1g 当たりの鉄イオン含有量を比較した。測定は特に肝臓、脾臓、腎臓について行った (図 2)。その結果、超電導バルク磁石を用いて、外部磁場 0.7T の位置 (超電導バルク磁石より 28mm 離れた位置) に位置する肝臓に強磁性粒子が集積していることが確認できた。

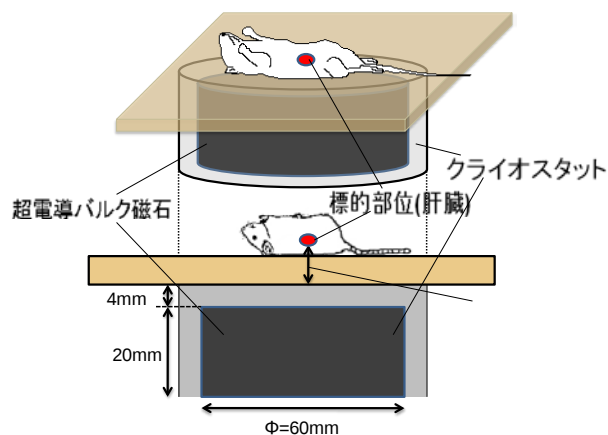


図 1 ラットへの強磁性粒子の集積実験概要図

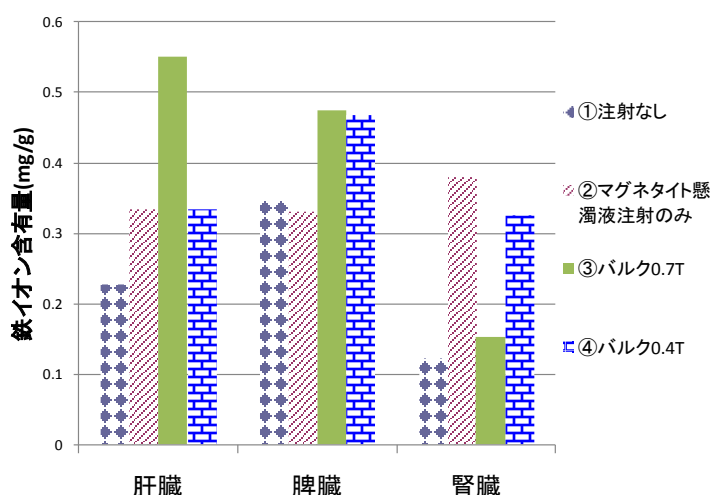


図 2 肝臓、脾臓、腎臓の鉄イオン含有率

4. 量子線を用いたナノ粒子の表面修飾による薬剤放出制御

薬物放出制御に向けて、刺激応答性天然高分子の一つであるゼラチンを用いて、 γ 線照射による強磁性ナノ粒子のコーティングを行い、その刺激応答性制御による患部での薬剤放出の可能性を検討した。その結果、 γ 線照射によって強磁性ナノ粒子がゼラチンに包含されていることが TEM 観察により確認され、また温度変化によるゼラチンの体積相転移の挙動がナノサイズのゼラチン粒子でも確認でき、ゼラチンの膨潤収縮を利用して薬剤の放出が制御可能である可能性が示された。さらに、 γ 線の吸収線量により架橋密度を変化させることで、ゼラチンの体積相転移点を変化させることが可能であることが示された。以上の結果を元に、ナノサイズの磁性薬剤の機能性制御と、それを用いた体内での薬物放出制御に向けて研究を進めている。

(センター共同研究)

べん毛モーター基部に存在する ATP の回転分子モーター

生命機能研究科・ナノ生体科学講座 難波啓一

産業科学研究所・産業科学ナノテクノロジーセンター 野地博行

e-mail : hnoji@sanken.osaka-u.ac.jp

1. FliI、FliJ

鞭毛モーターは F_1 -ATPase と同じ回転分子モーターである。鞭毛タンパク質をモーターの基部に輸送するタンパク質として、FliI と FliJ が知られている。FliI は ATPase であり、ホモ六量体リングを形成する (図 1)。その結晶構造は F_1 -ATPase の $\alpha_3\beta_3$ リングと類似している (図 2)。一方、最近になってもう一つの輸送タンパク質 FliJ の結晶構造が明らかとなった。その構造は長い α ヘリックスが 2 つに折れ曲がった構造をしており、 F_1 -ATPase の γ サブユニットの構造とよく似ていた (Ibuki et al., unpublished data)。さらに、FliI 六量体リングの電子顕微鏡写真と FliI と FliJ を混合した電子顕微鏡写真を比較したところ、FliIJ の電顕写真では FliI リングの中心に FliI のみでは観察されなかった電子密度が観察され、FliI リングの中に FliJ が挿入されている可能性が示唆された (Ibuki et al., unpublished data)。本研究では、FliIJ コンプレックスも F_1 -ATPase と同様に ATP を加水分解しながら回転するかどうかの検証を行った。

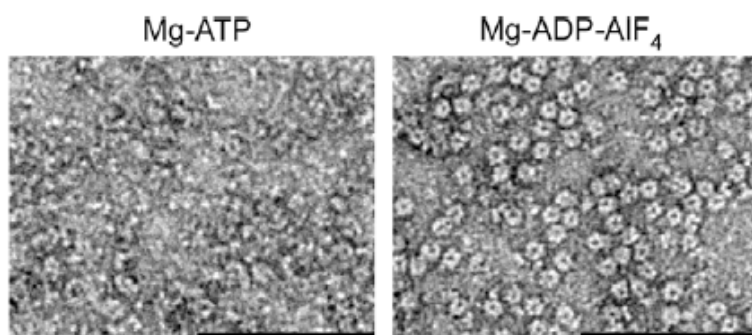


図 1 ヘキサマー化した FliI の電子顕微鏡写真 (Kazetani et al. (2009) *BBRC*)

左 : ATP でヘキサマー化誘導、右 : ADP でヘキサマー化誘導

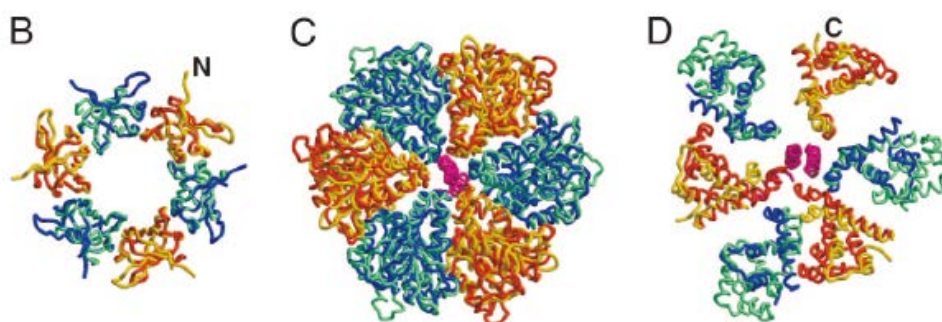


図 2 F_1 -ATPase と FliI の結晶構造のモデル図 (Imada et al. (2007) *PNAS*)

B: N 末ドメイン、C: ATPase ドメイン、D: C 末ドメイン

青、黄: FliI、水色: F_1 -ATPase α サブユニット、オレンジ: F_1 -ATPase β サブユニット

2. 実験結果

まず、FliI、FliJ を発現させ、それぞれ個々に精製を行った。精製後、FliI リングから突き出していると思われる FliJ の領域をビオチン化した。まず FliI のヘキサマー化を行うために、ATP や AMPPNP を適量添加した。ヘキサマー化した FliI とモル比で 1:1 となるように FliJ を混合した。FliI には His-tag が導入されており、Ni-NTA 化したガラス表面に特異的に結合する。フローセル中で FliIJ コンプレックスをガラス上に固定し、プローブとしてストレプトアビジン化した磁気ビーズを結合させた。ATP をフローセルに流し、光学顕微鏡下で観察を行った。一方向に回転しているビーズは発見されなかった。しかし、ガラス上に結合しているビーズの数は、フローセルに流した FliIJ コンプレックス濃度に依存した。これは、FliJ 特異的にビーズが結合していることを示唆しており、FliJ には His-tag が導入されていないため、FliIJ コンプレックスがガラス基板上に存在することを示唆している。また結合しているビーズはブラウン運動と思われる揺らぎをしめした。

3. 今後の予定

回転が見られなかった理由として、FliJ へのビーズの結合に問題があると考えられる。現在、FliJ のとビーズの間の結合は 30 Å 程度のリンカーでつながれており、1 本のリンカーでタンパクとビーズが固定されている。ビーズとタンパクの間が 1 点固定の場合、タンパクの回転運動がリンカー部分で解消され、ビーズの回転として観察されない可能性がある。実際に F₁-ATPase でもビーズの固定を 2 点にすることによって劇的に回転発見頻度が向上し、また回転の角度分解能の向上も見られている。現在、遺伝子的にビーズと FliJ との間の結合を 1 点から 2 点に変改変している (図 3)。また、ビオチン化したリンカーがタンパクの表面から露出しているか確認するために、ビオチン化効率も調べる必要がある。

次に、FliIJ コンプレックスの安定性が問題点として挙げられる。FliI は ATP を加水分解するとヘキサマーからモノマーへ解離する可能性がある。リング構造を安定に維持する溶液条件の検討、ヘキサマー化させる試薬の検討などを行い、FliIJ コンプレックスのみを選択的にガラス基板上に固定する必要がある。

最後に、プローブとして用いるビーズについて。現在の回転アッセイは直径が 300nm 程度の磁気ビーズで行っている。もし FliJ が回転していたとしても、FliI が ATP の結合や加水分解に伴って F₁-ATPase と同程度のトルク、つまりビーズの粘性に打ち勝つ大きさのトルクを発生しなければ回転は発見できない。よって、溶液から受けるビーズの粘性が無視できる小さな金コロイドをプローブとして用い、ATP を加えた瞬間の FliIJ コンプレックスのふるまいを観察する必要がある。

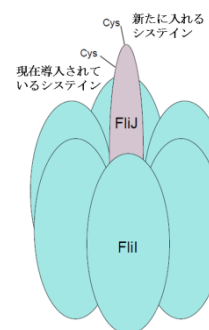


図 3 システイン導入中の FliJ の模式図

第1回若手セミナー

産業科学ナノテクノロジーセンター所属研究室の研究内容の把握、および、若手教員間の交流を通じたセンター内の研究活性化と共同研究の推進を目的とした第1回若手セミナーを、2010年2月25、26日の両日に大阪府池田市の「不死王閣」で開催した。今年度は「分子エレクトロニクス」をセミナーの全体テーマとし、この分野で精力的に御活躍されている外部講師4名の御講演をいただいた。

[招待講師]

寺尾 潤 京都大学大学院 工学研究科 准教授
「高い被覆率・剛直性・溶解性・電荷移動度・光学特性を兼ね備えた被覆型分子ワイヤの合成」

木口 学 東京工業大学大学院 理工学研究科 准教授
「単分子の電気伝導度計測」

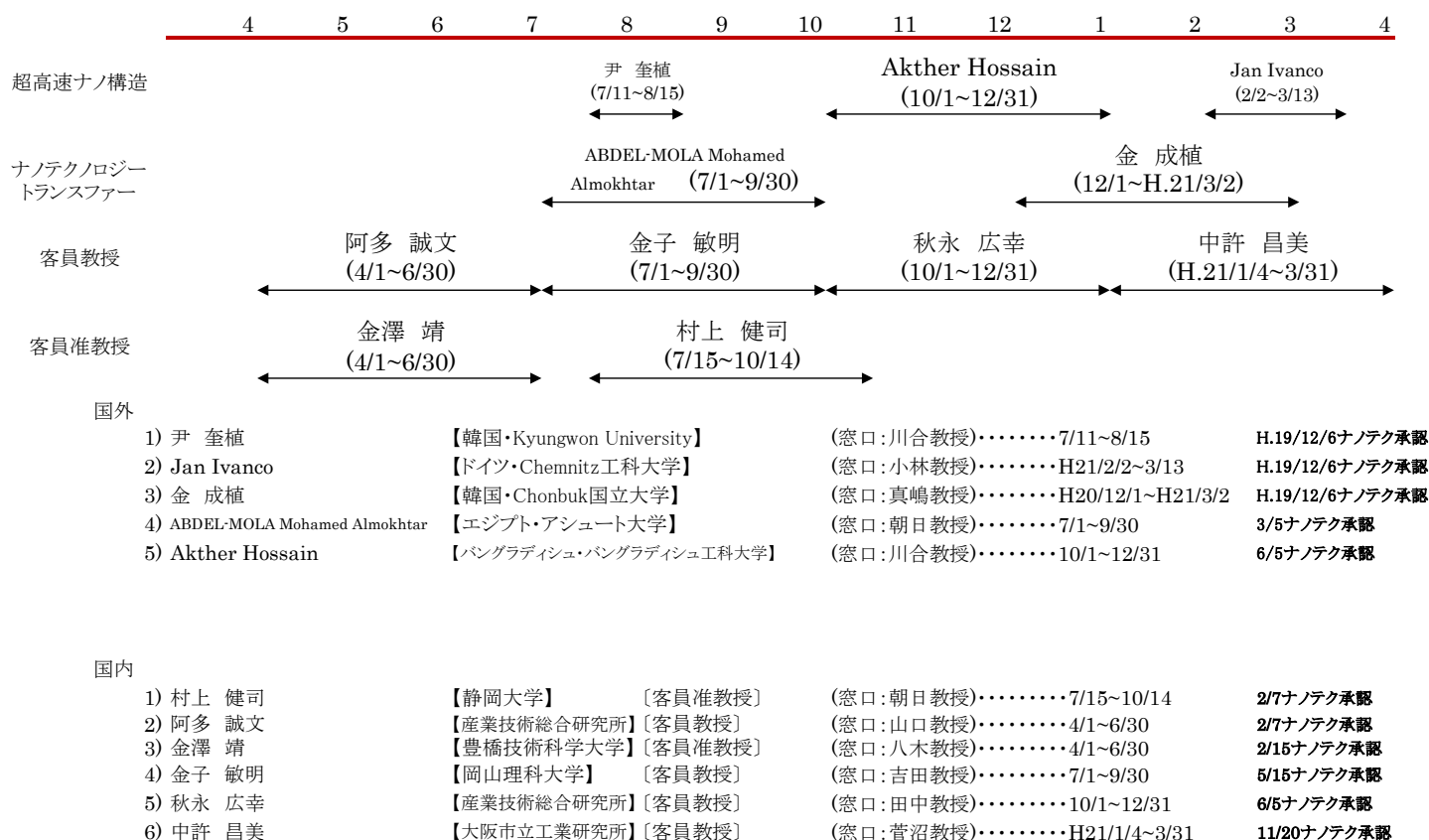
山田真美 東京農工大学大学院 共生科学技術研究院 特任准教授
「有機シェル-無機コア新規ナノ粒子構造体の構築と物性」

中村恒夫 東京大学大学院 工学系研究科 助教
「（これくらいならできる）分子電気伝導の *ab initio* 計算」

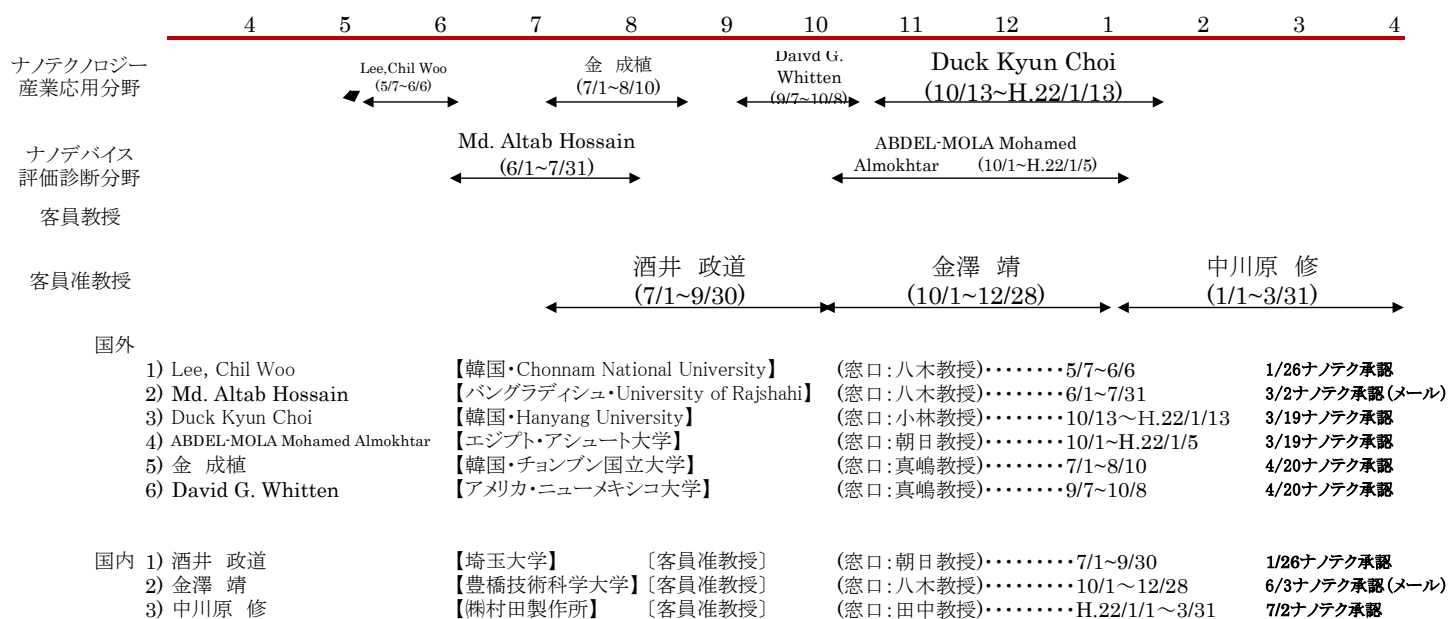
産研内部からは川合研究室の谷口正輝准教授、安蘇研究室の家裕隆准教授が、それぞれ、「ゲーティングナノポアを用いた1分子検出」「単分子の電気伝導特性計測を指向したユニット開発」のタイトルで発表を行った。発表タイトルからもわかるように本セミナーで話題とされたテーマは分子エレクトロニクス研究の中でも、理論計算から有機合成、物性・機能評価までの多岐に渡っていたが、いずれの発表に対しても活発な議論・討論が行われた。また、本セミナーでは発表とは別に産業科学ナノテクノロジーセンター全体、および、安蘇研究室、川合研究室、田中研研究室、吉田研研究室、ナノ機能予測研究分野の各研究分野の紹介を行った。

第1日目の夕刻には、研究会参加者を中心とした懇親会も開催され、分子エレクトロニクス分野の今後の展開を中心に様々な意見交換が行われる貴重な機会となった。

国外・国内客員教員 平成20年度予定 (2008/11/20)



国外・国内客員教員 平成21年度予定 (2009/8/31)



オープンラボラトリー

教授（オープンラボラトリー管理室長、兼任）	吉田 陽一
教授（オープンラボラトリー管理室、兼任）	安蘇 芳雄
教授（オープンラボラトリー管理室、兼任）	川合 知二
教授（オープンラボラトリー管理室、兼任）	田中 秀和
特任研究員（オープンラボラトリー管理室）	法澤 公寛
事務補佐員（オープンラボラトリー管理室）	大橋 佳代子

a) 概要

オープンラボラトリーは、物質・材料やデバイスを対象としたナノテクノロジーの科学技術発展の基盤となるべき、独創的、先進的な学術研究の推進を目的とした総合的研究に利用するものとする。産業科学ナノテクノロジーセンターの学内兼任教員及び客員教員並びに産業科学研究所に属する研究者グループ及び大阪大学のナノテクノロジー研究者のグループに利用資格がある。

b) 成果

2004 年度より新規利用者の募集をし、2009 年度は以下に示す 11 の研究代表者より利用があった。

研究代表者	所属	研究代表者	所属
伊東一良 教授	工学研究科	森博太郎 教授	超高压電子顕微鏡センター
森勇介 教授	工学研究科	川合知二 教授	産業科学研究所
福井希一 教授	工学研究科	小林光 教授	産業科学研究所
藤原康文 教授	工学研究科	田川精一 特任教授	産業科学研究所
山本孝夫 教授	工学研究科	松本和彦 教授	産業科学研究所
山崎義光 招聘教授	医学系研究科		

ナノ加工室

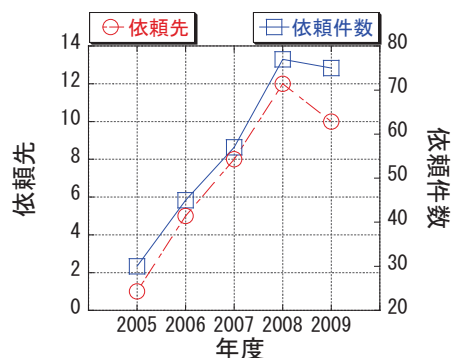
室長 教授 野地 博行（兼任）
技術職員 谷畑 公昭、榊原 昇一

a) 概要

ナノ加工室は、産研の有する各種ナノ加工装置およびナノ加工技術を相互に有効活用し、各分野の研究の推進を図るため2005年度発足した。微細加工の技術代行のほか、微細加工の応用に関心を持つ研究者にデバイスの開発・提供を行っている。

b) 活動内容

2009年度は曲面の加工や、シリコンの極薄膜サンプル作製といった新しく挑戦的な加工依頼があった。一方、2005年の発足以来、加工依頼は増え続けていたが、2008年度に飽和に達したようである。グラフは発足以来の依頼件数を示している。



・加工依頼

10研究室から計75件の加工依頼があった。

・「nanotech 2010 国際ナノテクノロジー総合展・技術会議」への参加

2010年2月17日～19日に東京で行われた上記の展覧会に産研ナノテクノロジーセンターの一員として参加し、オフセットプリントによるパターニングを展示・実演してきた。

ナノテク先端機器室

室長 教授（兼任） 田中 秀和
派遣研究員 佐久間 美智子

a) 概要

ナノテク先端機器室は、ナノテクノロジーに特化した最先端機器を設置し、ナノテクノロジー研究を戦略的に発展させるために、ナノテクノロジーセンターの改組拡充に伴い 2009 年度に発足した。極微細なナノデバイス構造を形成できる電子線露光装置を用いた超微細加工システムが設置されており、今年度さらに、ナノデバイス加工装置群、ナノデバイス構造評価装置群、ナノデバイス機能評価装置群からなるナノデバイス超精密加工・物性評価システムが導入され、無機物、金属酸化物、有機物、生体関連物質等の多様な材料のナノ構造形成および構造・機能・電子特性等の高精度解析および評価が可能となる。これら先端装置群により連携したナノテクノロジー研究の発展的推進を可能とし、さらにその成果を普及させることを目指している。

b) 成果

- ・電子線描画を用いたナノパターンニング、構造形成の研究を行った。
- ・以下の装置の設置を行い、新たに運用を開始した。

ナノ粒子解析装置
ナノ空間反応解析装置
薄膜ナノ構造解析装置
ナノインプリント微細加工装置
赤外・テラヘルツ時間分解分光装置
ナノ有機薄膜評価装置
ナノデバイス超精密物性評価装置
レーザー描画装置



阪大複合機能ナノファウンダリ

主任・教授(兼任)	川合 知二
参画者・特任教授(兼任)	田川 精一
参画者・教授(兼任)	田中 秀和
参画者・教授(兼任)	森 博太郎
特任研究員	大島 明博
特任研究員	北島 彰
特任研究員	大西 秀人(平成 21 年 6 月 30 日退職)
派遣研究員	村杉 政一
派遣研究員	中村 安男(平成 21 年 9 月 31 日退職)
派遣研究員	梁守 尚美
派遣研究員	柏倉 美紀(平成 21 年 9 月 16 日採用)
派遣研究員	樋口 宏二(平成 21 年 10 月 1 日採用)
事務補佐員	圓見 恵子

a) 概要

文部科学省による「先端研究施設共用イノベーション創出事業【ナノテクノロジー・ネットワーク】(以後“ナノネット事業”と略す)」は、大きな期待がかかる真に新しいナノ材料やナノデバイス等の創出に貢献し、また、地域の企業や研究機関との有機的な連携等を深めることを目的とする。本ナノネット事業に参画する大阪大学(以後“当機関”と略す)は、当機関が保有する分子や薄膜の合成と超微細加工、ナノ計測や分析の3つの研究領域・機能を複合化させ、シナジー効果を発揮し、ナノプロセスやナノ構造・機能の解析に必要な施設・装置・技術等の提供による総合的な研究支援を行うとともに、先端装置・施設としての機能だけでなく、人材育成やイノベーション創出の核となる研究技術センター的機能を果たしている。

ナノネット事業は全国に13拠点あり、計26機関が有機的に参画するグループを構成している。それぞれのグループが①分子・物質合成、②超微細加工、③ナノ計測・分析、④極限環境の4つの研究領域の各種機能を提供している。当ファウンダリでは①②③の3つの研究領域の機能を複合化させた一貫プロセスと地域との連携をもって、以下の支援を行っている。

① 分子・物質合成の支援

有機物・無機物・金属等が持つ機能を最大限に利用し、空間的・エネルギー的に最適な配列や組合せを考慮した原子・分子配列を有する材料の創製、また、薄膜や人口格子の形成・物性測定等の支援

② 超微細加工の支援

ビームテクノロジーを利用した薄膜試料の超微細加工とデバイス化、また、そのデバイスの評価等の支援

③ ナノ計測・分析の支援

nm スケールの分解能で μm スケールの厚さの試料内部を構造分析・解析、各種材料や生体試料等の調製と効率的な分析・解析等の支援

b) 成果

ナノネット事業の一環として国内外・学内外のナノテクノロジー研究をサポートする先端共用施設として、産業科学研究所が保有する分子や薄膜の合成と超微細加工そして超高圧電子顕微鏡センターが保有するナノ計測や分析の3つの研究領域・機能を融合・複合化し、ナノスケールプロセスやナ

ノ構造・機能の解析に必要な施設・装置・技術等の提供による総合的な研究支援を行った。

本プロジェクトの3年度目である本年度(H21年度)は107件(技術相談14件含む)の支援をしてきた。
 なお、当ファウンダリが保有する①分子・薄膜合成、②超微細加工、③ナノ計測・分析、の3機能によるH21年度の総支援件数の項目別内訳は表-1の通りである。

表-1；平成21年度の支援課題件数

	分子・薄膜の合成				超微細加工				ナノ計測・分析				合計			
	学	産	独	計	学	産	独	計	学	産	独	計	学	産	独	計
共同研究	8	2	0	10	9	0	0	9	25	3	3	31	42	5	3	50
装置利用	11	1	0	12	11	2	0	13	15	3	0	18	37	6	0	43
技術代行	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
合 計	19	3	0	22	20	2	0	22	40	6	3	49	79	11	3	93
技術相談	2	1	0	3	5	0	1	6	2	2	1	5	9	2	2	14

また、支援にあたって、装置講習などを随時行っているが、昨年同様、ナノテクノロジーを地域の方々や未来の研究者に理解して頂けるように、身近なナノテクノロジー（例えば、ナノ薄膜による光の干渉やUVフォトリソグラフィ技術など）を使って、下記①～④のスクールを開催し、小学生から社会人まで多岐に渡る計154名の参加があった。また、ナノテクノロジーセンターの一員として「nanotech2010」に出展し、活動内容の紹介を行った。

- ① 2009年5月1-2日 液晶を用いた簡易温度計を作ろう！（計84名参加）
- ② 2009年7月27-28日 超微細・薄膜合成実習スクール（4名参加）
- ③ 2009年8月5-7日 ナノテク理科教室（計39名参加）
- ④ 2009年12月4日 電子顕微鏡スクール（27名参加）

編集後記

年次報告書、Vol.8 を発行いたします。早や、センター発足以来 8 年が過ぎました。そして、改組後、1 年が経過したところです。編集してみて、一昔前と比べ、色彩豊かなデータの多いことに気付かされました。これは実験装置の進歩や情報技術の革新に因るところが大きく、我々も負けては居られない気分になります。

安蘇、吉田、田中

大阪大学産業科学研究所
産業科学ナノテクノロジーセンター報告書
Vol. 8 2009

発行元：大阪大学産業科学研究所
産業科学ナノテクノロジーセンター
Tel & Fax: 06-6879-8518

URL: <http://www.sanken.osaka-u.ac.jp/labs/nano/index.html>

発行日：平成 22 年 3 月 31 日

印刷：

■発行日 2010年 3月

■事務連絡先

大阪大学 産業科学研究所 産業科学ナノテクノロジーセンター
Nanoscience and Nanotechnology Center , ISIR , Osaka University

〒567-0047 大阪府茨木市美穂ヶ丘8-1 TEL:06-6879-8518 FAX:06-6879-8518

8-1 Mihogaoka,Ibaraki,Osaka 567-0047,Japan TEL: +81-6-6879-8518

Web: <http://www.sanken.osaka-u.ac.jp/labs/nano/index.html>