

ANNUAL RESEARCH REPORT

Vol.9

研究成果報告書 第9巻(2010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	19
ナノデバイス評価・診断分野	25
ナノテクノロジー産業応用分野	29
業績	
ナノ機能デバイス研究分野	33
ナノ極限ファブリケーション研究分野	36
ナノ構造・機能評価研究分野	41
ナノ機能予測研究分野	45
ソフトナノマテリアル研究分野	48
バイオナノテクノロジー研究分野	51
環境・エネルギーナノ応用分野	54
ナノ知能システム分野	57
阪大複合機能ナノファウンダリ	58
共同研究	62
外国人・国内客員教員	63

附属施設

オープンラボラトリー	-----	64
ナノ加工室	-----	65
ナノテク先端機器室	-----	66
阪大複合機能ナノファウンダリ	-----	67

編集後記

センター長の挨拶

安蘇 芳雄

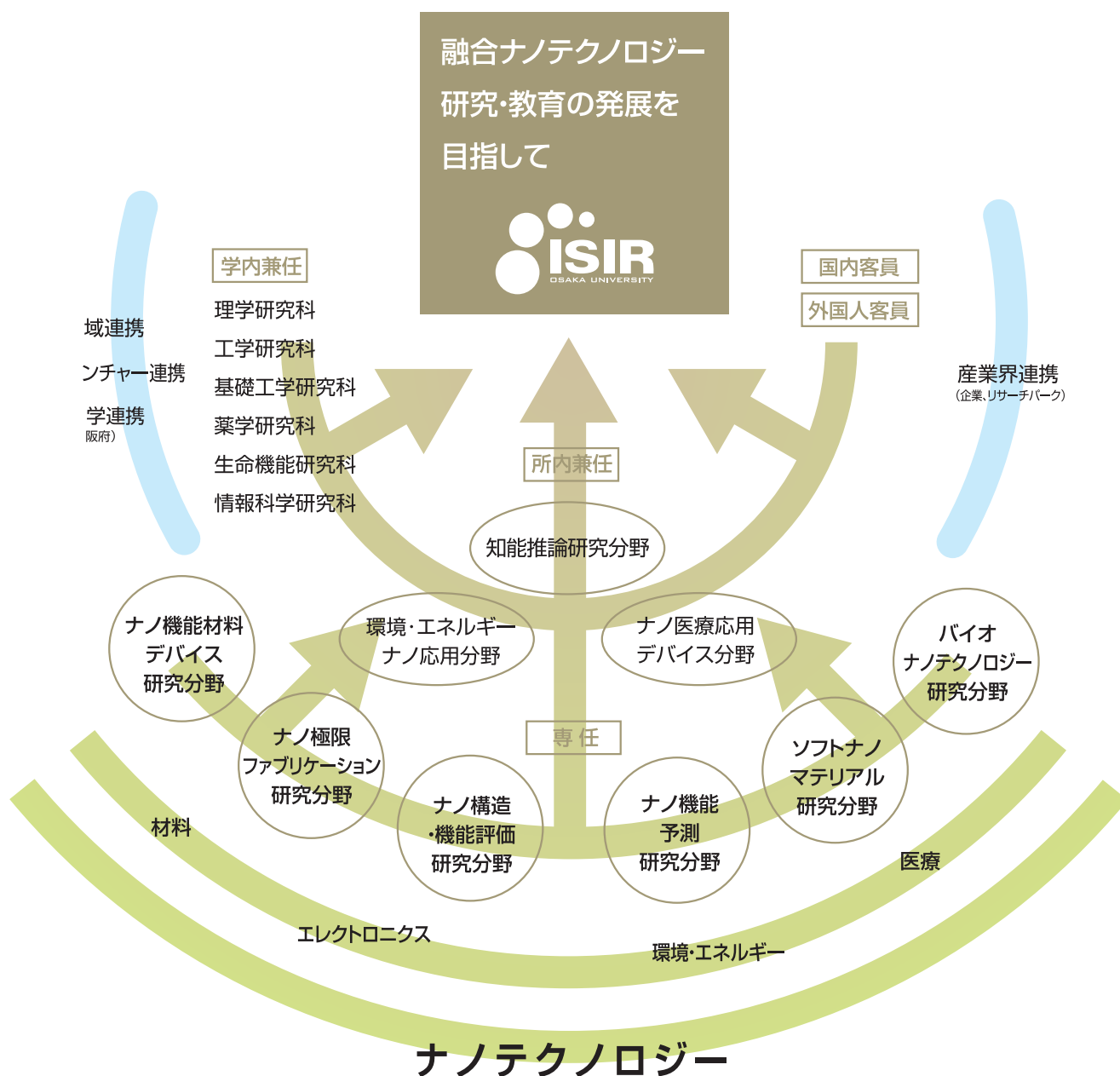


産業科学ナノテクノロジーセンターは、原子・分子を積み上げ材料を創製するボトムアップナノテクノロジー、材料を極限まで削りナノデバイスを作製するトップダウンナノテクノロジー、さらにそれらの融合による産業応用を目指して総合的にナノサイエンス・ナノテクノロジーを推進することを目的として、2002年に産業科学研究所に設置された全国初のナノテクノロジーセンターです。2009年に産研の大幅な改組に伴い、専任6研究分野を中心とした新しい組織に充実強化されました。

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ダ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)

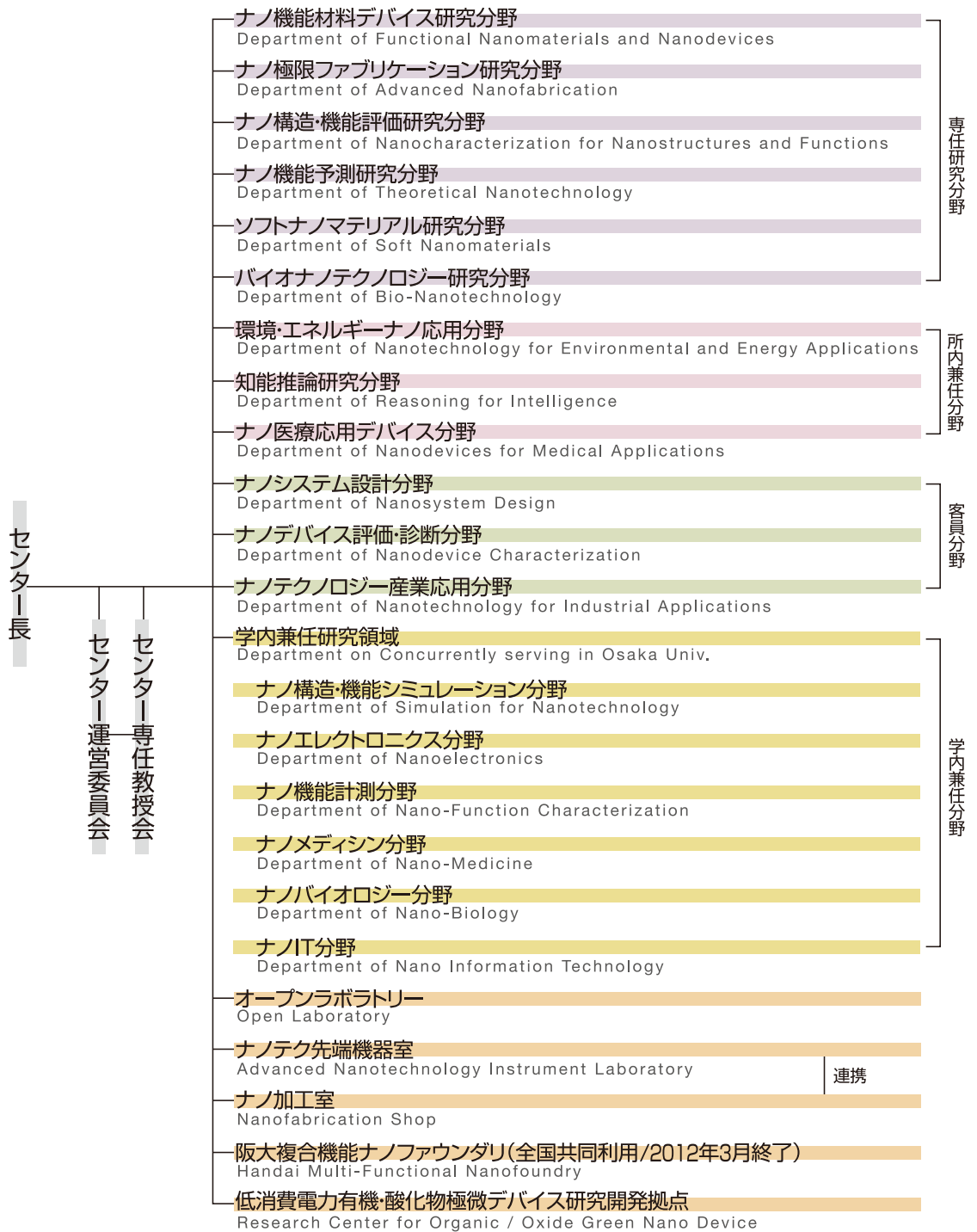
原子・分子を積み上げ、材料を創製する**ボトムアップナノテクノロジー**、材料を極限まで削りナノデバイスを作製する**トップダウンナノテクノロジー**、さらにそれらを**融合**して積極的な**産業応用**を目指し、総合的にナノサイエンス・ナノテクノロジーを推進することを目的として設置された全国初のナノテクノロジーセンター。

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
助教	藤原 宏平（平成 23 年 2 月 1 日採用）
特任教授	李 恵りょん（平成 22 年 4 月 1 日採用）
大学院学生	高見 英史、尾野 篤志、阪本 卓也
学部学生	川谷 健一、櫛崎 貴吉、藤原 康司
事務補佐員	池田 恵、奥本 朋子（平成 22 年 7 月 1 日採用）

a) 概要

遷移金属酸化物中の電子集団が産み出す機能性現象（金属―絶縁体転移 etc.）を利用した超高効率ナノ電子デバイス・多機能集積型システムの創出を目指している。電子機能をナノスケールで自在に制御・変調・増幅、次元横断的に結合するための方法論として、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）とを融合した酸化物 3 次元ナノ構造エンジニアリングを提案し、基盤技術の確立に努めている。酸化物ナノ構造及びその空間配列が示す基礎物性の理解を通して、微小なエネルギー（光、磁場、電場、温度）での室温巨大応答を可能にするデバイス新原理の構築に取り組んでいる。今年度の主な成果を以下に詳述する。

b) 成果

・強磁性酸化物ナノドットダイオードの界面電子輸送特性

遷移金属酸化物の物性評価において、対象試料の長さスケールは重要な意味を持つ。例えば、強磁性金属／電荷秩序絶縁体状態の競合が物性を支配する $(\text{La,Pr,Ca})\text{MnO}_3$ や金属―絶縁体転移温度近傍で金属／絶縁体ドメインが空間不均一に分布する VO_2 では、ナノスケールの電子物性はマクロスケール（バルク・薄膜）での結果と異なりうる。ナノ構造化による新物性探索を進める上で、磁気ドメインの空間配列が特性を支配するフェライト系磁性材料は一つの試金石と言える。本研究では、強磁性酸化物 $\text{Fe}_{2.1}\text{Zn}_{0.9}\text{O}_4$ から成る集積化ナノドットダイオード（図 1 (a) and (b)）を作製し、ナノドット化が輸送特性に与える影響を調べた。素子作製には、これまでに我々が開発してきた酸化物エピタキシャルナノドット形成法（ナノインプリント―Mo ナノマスクリフトオフ法）を用いた。電流―電圧特性（図 1 (c)）において明瞭な整流性が観測されたことから、Mo ナノマスクを用いた高温 PLD 製膜により Nb:SrTiO₃ 基板上に良質な $\text{Fe}_{2.1}\text{Zn}_{0.9}\text{O}_4$ ナノドットが成長し界面電位障壁が形成されていることが分かる。磁気抵抗特性の解析及び $\text{Fe}_{2.1}\text{Zn}_{0.9}\text{O}_4$ 薄膜ベースの素子との特性比較から、微細化に伴いスピン分極率が増加することが示唆された。本結果は、 $\text{Fe}_{2.1}\text{Zn}_{0.9}\text{O}_4$ の様な比較的シンプルな系においても、ナノ構造化の影響が著しいことを示している。材料が潜在的に持つ性能を最大限に活用した新規ナノ電子デバイス機能を開拓すべく、ナノ構造化の電子相不均一系への展開を試みている。

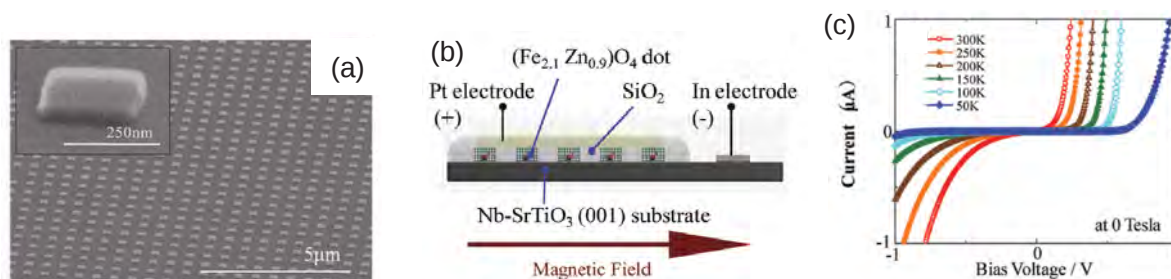


図 1 (a) ナノインプリント―Mo ナノマスクリフトオフ法により作製した $(\text{Fe}_{2-x}\text{Zn}_x)\text{O}_4$ ナノドットの SEM 像。 (b) 集積化ナノドットダイオード構造の模式図。 (c) 一辺 300 nm のナノドットから成る素子の整流特性とその温度依存性。

・タングステンドープ酸化バナジウム薄膜の比抵抗の温度変化率評価

二酸化バナジウム (VO_2) は、金属—絶縁体転移に起因する巨大抵抗変化により、ボロメータ等の熱センシングデバイス応用に有力な材料である。しかし転移温度 T_{MI} が 340 K と室温より高いため、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途に酸素欠損を導入した VO_x 薄膜では、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。本研究では室温での TCR の向上を目的に、W をドープした $\text{V}_{1-x}\text{W}_x\text{O}_2$ エピタキシャル薄膜を作製した。X 線回折から、 $\text{Al}_2\text{O}_3(0001)$ 基板上に (010) 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 (図 2)。また、 $x=0.015$ において、相転移温度を室温へと制御することに成功し、室温付近で-10%/K を超える高い TCR を実現した (図 3)。 $x=0.01$ 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分かった (図 4)。この結果は W をドープすることにより V^{4+} から V^{3+} へとフィリング制御できることを示唆しており、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り TCR が向上したと考えられる。

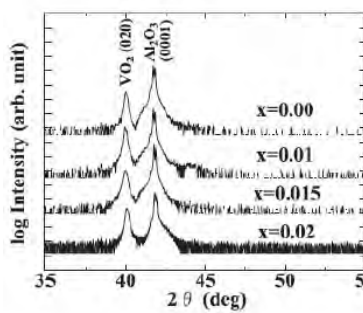


図 2 $\text{Al}_2\text{O}_3(0001)$ 基板上の $\text{V}_{1-x}\text{W}_x\text{O}_2$ ($0 \leq x \leq 0.02$) 薄膜の X 線回折ピーク。

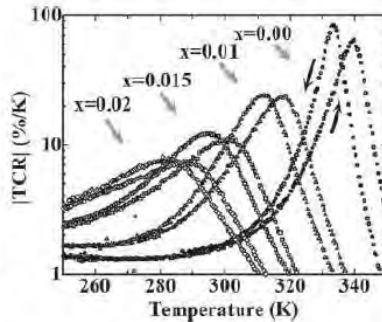


図 3 $\text{V}_{1-x}\text{W}_x\text{O}_2$ ($0 \leq x \leq 0.02$) 薄膜の TCR の温度依存性。

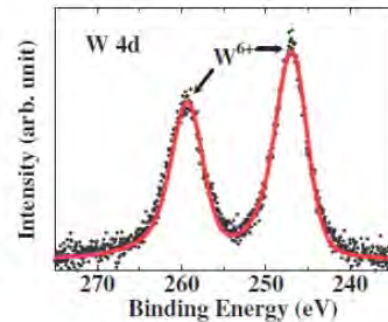


図 4 光電子分光による W4d の内殻スペクトル。

・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。本研究では、外部から電気信号とノイズを VO_2 薄膜に印加し

(図 5)、確率共鳴特性を評価することによって、ノイズによる信号情報伝達が可能であることが分かった。図 6 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

(C) 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、 VO_2 薄膜内で信号が伝播するチャネルが複数存在していることを示唆する結果であり、並列確率共鳴モデルによるシミュレーションによって、10-20 個のチャネルを内包していることが分かった。Collins 等 (*Nature*, **376** (1995) 236) により示唆されたように、並列確率共鳴においては、C は単一チャネルの場合と比べても著しく向上し、 VO_2 薄膜内では自然発生的に並列チャネルが存在し、C を向上させている。この結果は、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製につながると期待される。

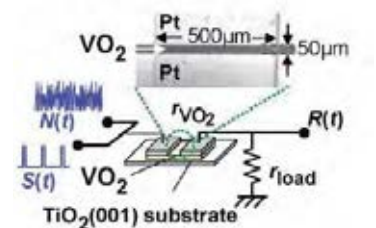


図 5 VO_2 薄膜の確率共鳴測定概略図。

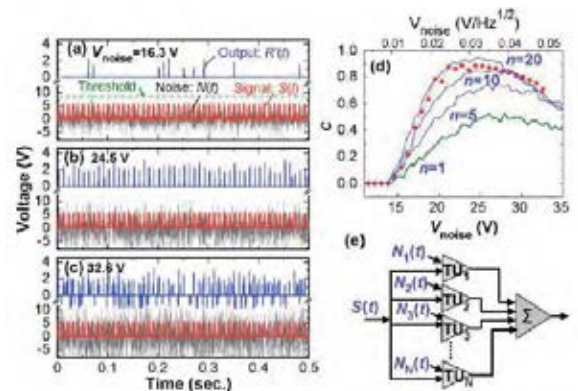


図 6 入力信号と出力信号の時系列データ、確率共鳴特性、及び並列確率共鳴シミュレーション概要図。

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	樋川 智洋、武地 実
研究生	肖 宏
事務補佐員	古林 美絵、千代 安奈

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て量子ビーム極限ナノファブリケーションの基礎過程を解明し、量子ビーム誘起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ドデカン中のジェミニートイオン再結合の研究

代表的な非極性溶媒であるドデカン中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。ジェミニートイオン再結合の時間挙動をドデカン中および代表的な芳香族溶質であり両捕捉剤であるビフェニルを添加したドデカン溶液中で測定し、ラジカルカチオン時間挙動のビフェニル濃度依存性を調べた。拡散理論に基づいたシミュレーションによる解析から、励起ラジカルカチオンとビフェニルの反応速度定数を $3.5 \times 10^{11} \text{ dm}^3 \text{ mol}^{-1} \text{ s}^{-1}$ と求めた。この値は、ラジカルカチオンとビフェニルの反応速度定数より一桁大きく、電子とビフェニルの反応速度定数とほぼ同じである。励起ラジカルカチオンの寿命は 7 ps であり非常に短い時間のみ存在するが、特に高濃度溶液中では全生成量の約 60% が励起ラジカルカチオンの段階でビフェニルと反応するという重要な役割を果たすことを見出した。

・フェムト秒パルスラジオリシスによる水とアルコール中の溶媒和電子生成過程の研究

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を配向させて水和電子として安定化する。同様にアルコール中にも溶媒和電子が生成する。我々はフォトカソード RF 電子銃ライナックを用いたパルスラジオリシス法（最高時間分解能 240 fs）によって、水和電子の生成過程 (550 fs) を観測することに世界に先駆けて成功した。しかしながら水和電子の前駆体である水和前電子の生成は装置の時間分解能以内で起こるため、水和前電子生成過程の観測には至っていない。そこで、溶媒和電子の生成が水和電子より 10 倍程度遅いことが知られているアルコールを用いることで、アルコール中の溶媒和前電子の生成過程（エタノール中で 2 ps）の観測に成功した。

・コヒーレントチェレンコフ放射を用いたパルス幅測定の研究

フェムト秒・アト秒に時間分解能のパルスラジオリシスを開発するためには、100 フェムト秒以下の電子ビームのパルス幅を計測する必要がある。本研究では、フェムト秒領域でのパルス幅測定を可能とするビーム診断方法の開発を目的として、電子ビームからのコヒーレントチェレンコフ放射（CCR, Coherent Cherenkov Radiation）による準単色 THz 光を発生し、同時に電子線パルス幅測定の研究を行った。CCR とは、電子ビームが発生するチェレンコフ放射を誘電体管中に閉じ込めることにより得られる、

(準)単色かつ高強度な THz 光である。CCR 発生を行うために、S-バンドフォトカソード RF 電子銃ライナックからのピコ秒電子ビームとマイケルソン干渉計を用いた計測を行い、0.4 THz(TM₀₉モード)の準単色 THz 光発生に成功した。また、準単色 THz の周波数スペクトルは解析解と一致し、周波数スパイクの強度比を比較することにより、500 fs の電子線パルス幅を得た。今後、(準)単色 THz 光を利用したイメージングやプローブ光としての応用を検討している。

・フェムト秒時間分解電子顕微鏡の開発

フェムト秒領域の時間分解能と原子レベルの空間分解能を併せ持つフェムト秒時間分解電子顕微鏡は、実時間・実空間における超高速の構造変化に寄与する個々の原子の変位に関する知見が直接獲得できる、世界中の物質構造科学研究者が待望してやまない「夢の装置」であり、新物質の創製と新機能の開拓への強固な基礎を創出し、物質科学や生命科学の発展に極めて大きな貢献をもたらすことが期待される。平成 22 年度には、世界最高性能の相対論的エネルギーを有する短パルス RF 電子銃を開発し、低エミッタンス・フェムト秒短パルス電子ビームの発生に成功した。得られた電子ビームの特性は、パルス当たりの電子数が 10^7 、エネルギーが 1~3 MeV、パルス幅が 180 フェムト秒、規格化エミッタンスが 0.3 mm-mrad、エネルギー分散が 10^{-3} であった。また、RF 電子銃から発生した電子ビームの特性（パルス幅、エミッタンス、エネルギー分散など）と空間電荷効果、加速 RF の依存性を明らかにし、電子ビーム発生と集束のシミュレーションを行い、コンデンサー絞りを兼用したエミッタンスが 0.1 mm-mrad、エネルギー分散が 10^{-4} のフェムト秒短パルス電子ビームの発生方法を確立した。

・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、C₃₇ 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いといけない。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

教授	竹田 精治
准教授	石丸 学
助教	吉田 秀人
大学院学生	服部 貴洋、表 宏樹、山村 仁
事務補佐員	富井 茂子

a) 概要

ナノ構造とその機能の評価には電子顕微鏡法は必須の手法である。特に、電子顕微鏡を利用したナノ構造・ナノデバイスの生成プロセスの評価、及び機能発現中（動作中）のナノ構造・ナノデバイスの評価は、今後極めて重要になると考えられる。当研究分野では、気体中のナノ構造・ナノデバイスを原子スケールで観察できる高分解能の環境制御型透過電子顕微鏡（ETEM）を開発してきた。この ETEM を利用して、各種気体と固体の界面で生じる動的な現象を、原子・電子構造的に解析することで、新規なナノ構造・ナノデバイスの生成プロセスや機能の開発に貢献している。具体的には、カーボンナノチューブに代表されるナノ構造の生成過程や、金や白金ナノ粒子触媒の CO 酸化反応環境下での振る舞いを原子スケールでその場観察し、背後に潜む物理を研究している。

b) 成果

・酸化セリウム上に担持された白金ナノ粒子形状の温度・ガス種依存

卑金属酸化物上に担持された貴金属ナノ粒子は様々な化学反応に優れた触媒活性を示す。例えば、酸化セリウム上に担持された白金ナノ粒子（Pt/CeO₂）はCO酸化反応や水性ガスシフト反応に高い触媒活性を示す。その触媒活性は、白金ナノ粒子のサイズや形状に大きく依存することが知られている。そのため、触媒反応環境下における白金ナノ粒子の形状を解明することは、高活性触媒の開発に役立つと考えられる。本研究では、試料周辺にガスを導入することのできる環境制御型透過電子顕微鏡（ETEM）を用いて、白金／酸化セリウム（Pt/CeO₂）触媒を様々な雰囲気ガス（N₂、O₂、CO、CO/air）と温度条件下で直接観察し、その形状を評価した。

Pt/CeO₂触媒の調製には、固相混合法と呼ばれる、不純物の混入の極めて少ない方法を用いた。図 1(a)に示すように、直径 2～5 nm の白金ナノ粒子が酸化セリウム上に高密度に分散・担持されている。Pt/CeO₂触媒 150 mg にCO1%/airガスを 50 ml/min で流通させて、触媒層温度とCO酸化反応率との関係を調べたところ、図 1(b)に示すように 50℃以上で 100%のCO酸化反応率を示した。

真空、室温中において、{111}、{100}面といった低指数面で囲まれていた白金ナノ粒子（図 2(a)）が、CO/airの導入によって丸みを帯びた形状に変化した（図 2(b)）。これは、表面に{110}、{113}面といった高指数面が出現したことに起因する形状変化である。さらに、同一粒子をCO/air中、100℃の環境に曝すと、部分的に丸みがとれて低指数面に囲まれた形状に近づいた（図 2(c)）。図 1(b)のCO酸化反応率の温度依存性から、

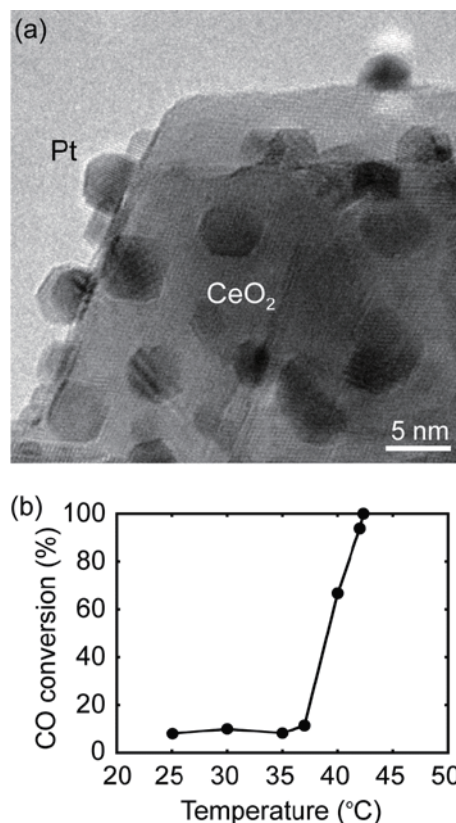


図 1 (a)Pt/CeO₂ 触媒の(a)TEM 像と(b)CO 酸化反応率の温度依存性。

触媒活性が低い時に丸みを帯びた形状、活性が高い時に低指数面に囲まれた形状をとるといえる。多数の白金ナノ粒子について、各種ガス、温度環境下で形状を系統的に調べたところ、COガス中の形状が室温・CO/air中に、O₂ガス中の形状が100℃・CO/air中の形状にそれぞれ近いことが分かった。このことから、低活性状態では主にCO分子が白金表面に吸着し形状を変化させ、一方高活性状態ではO原子が主に吸着していると考えられる。

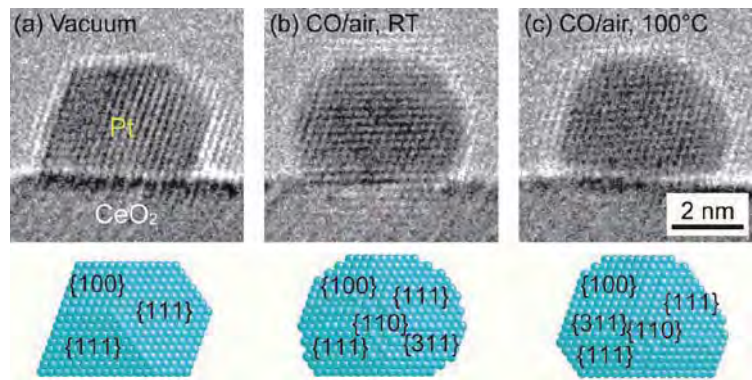


図2 CeO₂に担持された白金ナノ粒子の、(a)室温・真空中、(b)室温・CO/air 100Pa中、(c)100℃・CO/air 100Pa中のETEM像（上段）とそのモデル図（下段）。

・収差補正 ETEM の開発と応用

図3(a)に収差補正 ETEM を示す。200kV 電界放射型 TEM (FEI 社 Tecnai F20) に組み込まれていた差動排気方式の高分解能・高圧力タイプの環境セルが、対物レンズの球面収差が補正された 300kV 電界放射型の高性能 TEM (FEI 社 Titan 80-300) に移植されており、高性能 TEM の基本性能を損なうことなく ETEM 観察が可能となっている。収差補正 ETEM の応用例として、図3(b)-(d)に、MgO(100) 基板に担持した白金ナノ粒子のガス中観察結果を示す。CO/air の圧力が 100 Pa の時、白金の{111}および{200}面が極めて鮮明に観察できる。CO/air 中では、表面の一部が丸みを帯びてマルチファセットに形態が変化している。CO/air の圧力が 500 Pa においても基板の MgO の{220}格子縞（間隔 0.15 nm）に加えて、白金の表面が鮮明に観察可能である。さらに、2000 Pa においても白金の格子縞は観察可能であり、低圧下と同じ形態となっていることを明瞭に示している。従来、触媒科学の分野では、触媒を主にプローブ顕微法によって希薄な気体中で観察する研究が多数行なわれているが、実用環境との圧力ギャップが問題になっている。本 ETEM では、大気圧の数%の気体雰囲気下で原子スケールでの観察が可能となっており、圧力ギャップを克服しつつある。現在、本 ETEM を用いて、金や白金ナノ粒子の触媒反応環境下での原子スケール観察を進めている。

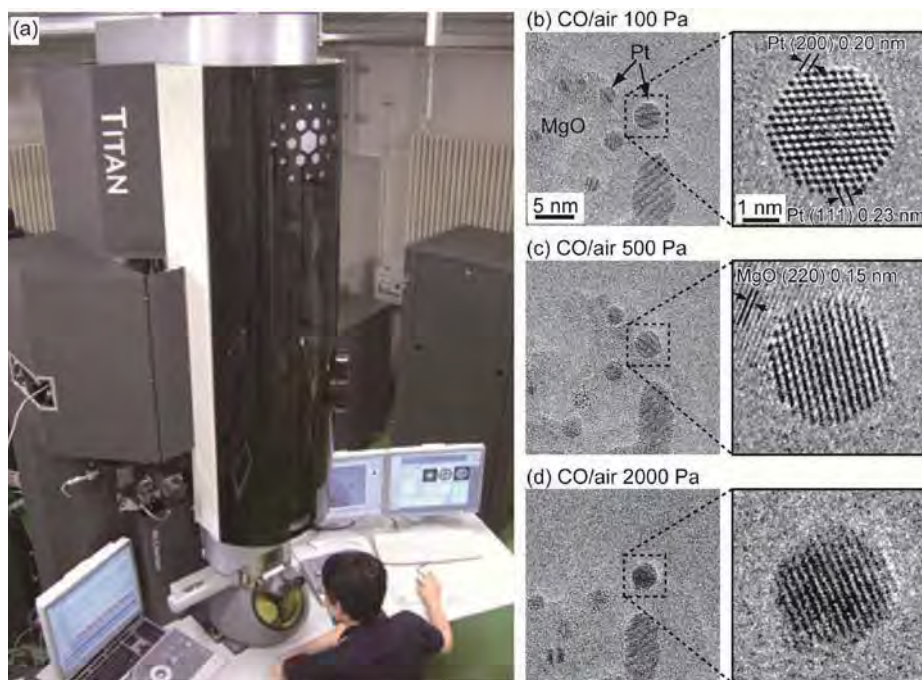


図3 (a) 対物レンズの球面収差が補正された高性能 ETEM。球面収差補正 ETEM による CO/air (b) 100 Pa、(c) 500 Pa、(d) 2000 Pa 中での Pt/MgO における Pt ナノ粒子の高分解能像。

ナノ機能予測研究分野

教授	小口 多美夫（平成 22 年 8 月 1 日 着任）
准教授	白井 光雲
助教	山内 邦彦（平成 22 年 11 月 16 日 採用）
招へい教授	柳瀬 章、本河 光博
博士研究員	黄 紅斌、小寺 満（平成 22 年 8 月 1 日 採用）
大学院学生	上村 直樹、田中 勇次、藤村 卓功、小森 尚平
研究生	Suriyaprakash Jagadeesh（平成 22 年 10 月 1 日 入学）
事務補佐員	垣内 美奈子

a) 概要

第一原理計算に基づき、種々の固体系・表面系で発現する物性・機能を理論的に予測する研究を行っている。発現機構を電子状態の特異性から明らかにすることによって、新たな物質を設計する研究にも展開している。また、第一原理計算に必要な基礎理論や計算手法の開発にも取り組んでいる。

b) 成果

・第一原理計算手法の開発

手法開発に関連して、AM05 交換相関汎関数を様々な物質系に対して評価した。AM05 汎関数は、非スピン分極系に対しては局所密度近似（LDA）と一般化勾配近似（GGA）と比べ一般に最もよく平衡格子定数を再現するが、スピン分極系では特に bcc 構造 Fe の安定性が再現されない等の問題点が指摘された[論文 3]。また、構造最適化や弾性定数の効率的評価に有効な応力の定式化を全電子 FLAPW 法の枠内で試み、多岐にわたる物質系で精度よく応力が計算可能であることを示した[論文 7]。

・Si 表面上一次元鎖構造における Rashba 効果

Rashba 効果は二次元自由電子系に電場を印下することにより起こるスピン分裂現象であり、スピン軌道相互作用に起因している。磁場を必要とせずスピン生成や制御ができる新しい素子機構としてスピントロニクス分野で期待されている。最近、いくつかの表面系で Rashba 効果が角度分解光電子分光により観測され、その微視的機構は電子論的・群論的に明らかとされた。一方、Si(557)表面に生成された Au 一次元鎖構造に対して Rashba 効果が期待されるようなバンド分裂が観測されたが、その機構については不明であった。我々は、スピン・角度分解光電子分光測定の実験グループと共同で Si(557)-Au 系の電子状態を調べ、このバンド分裂は Rashba 効果であること、スピンは面内だけでなく表面垂直成分を含むことを明らかにし、その電子論的に解釈を行った[論文 5]。

・水素貯蔵物質の電子状態と構造安定性

水素エネルギー社会の早期実現に資するため、高性能な水素貯蔵材料の開発に必要な水素関連物質に関する基礎的研究が求められている。本研究では、軽元素系水素貯蔵物質、及び遷移金属水素化物における電子状態と構造安定性を調べている。軽元素系水素貯蔵物質としては、水素重量比の高いアンモニア・ボラン(NH_3BH_3)系をとりあげ、その電子状態を分子軌道論から解釈するとともに、全エネルギー計算から構造最適化を実行し、凝集における水素結合、二水素結合に加えて、分散力の重要性を指摘した。また、遷移金属水素化物に関しては、 FeH_x 、 CoH_x 、 NiH_x を対象として、圧力変化に伴う相安定性と磁性の変化を議論した。一般に遷移金属では d バンドの形成と占有が凝集と磁性を支配している。水素化により見かけ上 d バンドがより占有され、FeH では dhcp もしくは hcp 構造の強磁性相が、CoH では fcc 基 NaCl 構造の強磁性相が、NiH では NaCl 構造の常磁性相が安定化されることが明らかとなった。

・原子ダイナミクスを利用したマテリアルデザイン

第一原理電子状態計算は主に物質の基底状態に関する予測に使われているが、我々は更に原子の動き（ダイナミクス）を併せた研究を行っている。有限温度では必ず原子運動が起きているが、それを利用し、静止配置だけでは見えなかったバリエーションのあるマテリアルデザインを推進している。今年度は、主に以下のような高温・高圧を使った物質探索で進展があった。いずれも、硬い材料で高 T_c 超伝導の実現に向けて興味を持たれている物質である。

グラファイトは超伝導の応用では、インターカレーション化合物としてのドーピングが知られている。そのままでは十分なキャリアを持たないからドーピングを行う。この方法により T_c が10 Kを上回るものも発見されてきている。しかし、このインターカレーション化合物の問題は層間の相互作用がかえって小さくなることである。そのことは超伝導の基本的なメカニズムである負の電子格子相互作用にとって不利にはたらくようにみえる。そこで本研究では、インターカレーションによってではなく、高圧を用いることで強い電子格子相互作用を生じさせ、ひいては高い T_c が実現されると期待し、それが実現する条件を研究している。本研究の結果、 $p=30$ GPaくらいで、グラファイトは良い伝導体となることが示された[論文10]。超伝導の T_c 予測までは行っていないが、それに至る1つの山は乗り越えられた。今後はいかに高圧下でグラファイトを安定に保つかを探っていく。

同様に、炭化ホウ素(B_4C)も硬い半導体で、高い T_c 材料として期待されている。しかし、これまでの実験では、期待されるほどにはキャリアは高くできていない。大きな桎梏は炭化ホウ素の構造に本質的につきまとう格子欠陥のためと考えられている。本研究では、この問題を乗り越えるため、やはり高圧によりキャリアの数を増やすことを試みている。従来は、炭化ホウ素は高圧で不安定化することが言われていたが、本研究では静的な条件では600 Pa近くまで安定にあることが示された[論文 12]。最近の実験でも100 GPaまで炭化ホウ素構造が確認されており、本研究の正しさが示されている。

・スピン軌道相互作用に起因する電気磁気効果の解明

コバルト酸化物 $Ba_2CoGe_2O_7$ はメリライト構造 (空間群 $P-42_1m$) をとり、6.7K 以下の反強磁性相で特異な電気磁気効果が測定されている。 ab 面内に外部磁場を印加した場合には、磁場方向と b 軸との角度 ϕ に対して c 軸方向に関数 $\sin(\phi)$ に比例した電気分極が誘起され、異方的 pd 混成による分極の起源が示唆されている。この電気磁気効果のミクロなメカニズムを解明するため、我々は密度汎関数法による電子状態計算、群論・Landau 理論による対称性の議論、タイトバインディング模型による解析を行った。(K. Yamauchi, P. Barone, S. Picozzi, Phys. Rev. B **84**, 165137 (2011).) 結果、酸素四面体に囲まれた Co イオンサイトの点群が極性をもつために、酸素四面体の結晶場において、スピン軌道相互作用の影響で非対称的な Co の d 軌道が形成され、そのような軌道が周囲の酸素原子の p 軌道との異方的な pd 混成を生じ、結晶全体で電気分極を示すことが分かった (図 1)。

また、同様の電気磁気効果を示す物質を探索したところ、低温で電荷・軌道秩序を示すマグネタイト Fe_3O_4 (空間群 Cc) が同様の性質をもつことが明らかになった。 Fe_3O_4 では、電荷秩序が反転対称性を破り強誘電性を誘起し、さらに Fe 原子の t_{2g} 電子の整列した軌道とスピンとの相互作用が電気磁気効果を生じることが電子状態計算により解明された。

このような物質の共通の性質として、i) 結晶の反転対称性が何らかの理由で破れている、ii) 磁気異方性が小さい、iii) 強いスピン軌道相互作用をもつ、という 3 点が挙げられる。対称性の議論およびモデル計算を用いて物性を予測することで、多大な時間と労力を必要とする電子状態計算の無駄をなくし、議論をより簡潔化することに成功した。

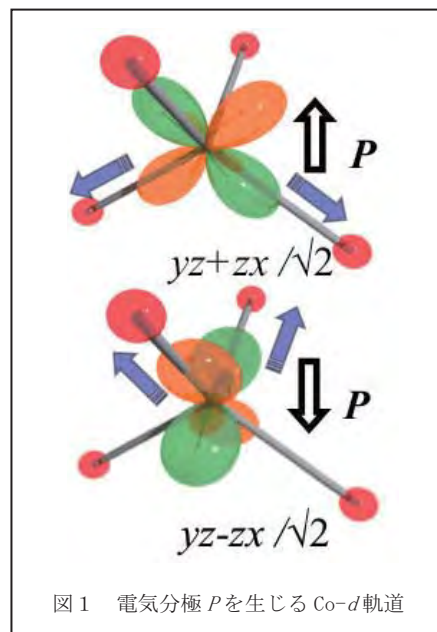


図1 電気分極 P を生じる Co- d 軌道

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、黄 建明 (平成 22 年 10 月 1 日入学) 櫻井 隆裕、西田 和史、植田 将司、小島 彩
学部学生	田中 一成
研究生	黄 建明 (平成 22 年 4 月 1 日～平成 22 年 9 月 30 日)
事務補佐員	謝 明君 (～平成 22 年 7 月 30 日)、谷 悦子、山崎 慶子 (平成 22 年 8 月 1 日採用)
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、および、p 型の有機トランジスタ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。それら知見をもとに、カルボニル基の縮環構造と溶解度付与のためのアルキル基 (C_4H_9 基、あるいは、 C_6H_{13} 基) を導入した新規な電子受容性中心ユニットを設計した。この部位とジフルオロオキシシクロペンテン縮環チオフェンを組み合わせた電子受容性オリゴチオフェン **1a**, **1b** を合成した[原著論文 1](図 1)。この化合物はサイクリックボルタンメトリー測定において、低い LUMO を示唆する還元波を示した。スパインコート法で作製した薄膜を活性層とする FET において、良好な n 型特性が観測された。

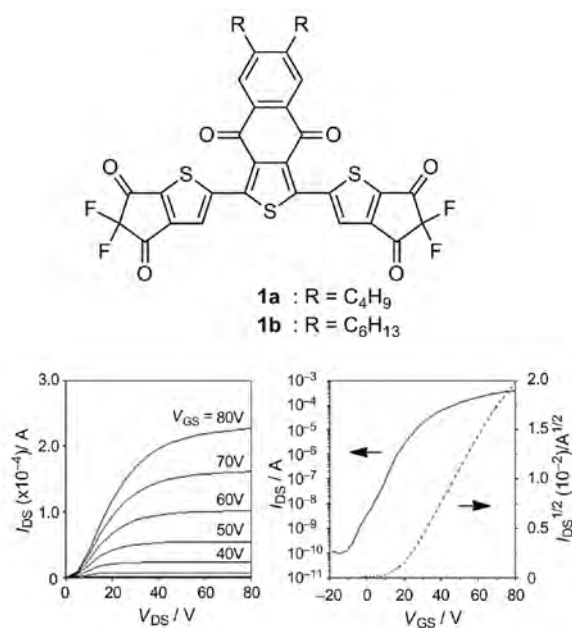


図 1 カルボニル縮環オリゴチオフェンと
n 型電界効果トランジスタ特性

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、さらに電子求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オリゴマー**2a-2c**の開発を行った[原著論文 7](図 2)。サイクリ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。

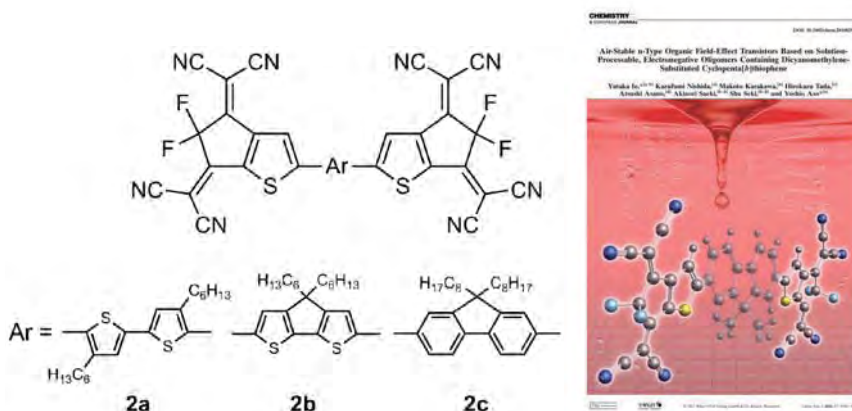


図 2 ジシアノメチレン導入共役オリゴマー

分岐構造を有するオリゴチオフェンにおいて、我々は 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明らかにしたが、新たに分岐構造を有する高分子化合物（分岐ポリチオフェン）を合成し、p 型有機トランジスタ材料としての性能を評価した[原著論文 6]。ポリマーの FET 測定において、分岐鎖の伸長に伴う電界効果移動度の向上が見られ、 π 共役の長い分岐鎖が FET 特性の向上に寄与していることが明らかとなった。一方、有機メモリ材料として利用可能な化合物の開発を目的に、分岐によるねじれを組み込んだ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。この化合物を使った ITO/Polymer/Au からなる素子を作製し電流電圧測定を行ったところ、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

分子エレクトロニクスにおいては素子の構成ユニットの開発が切望されている。そこで、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を用い、ピリジル基、アミノ基を有する化合物を合成した[原著論文 3]。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 3 の電気伝導度を測定したところ良好な数値を示し、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[原著論文 5](図 3)。これは三脚構造とすることで、ピリジン環の π 電子を介した接合が起こったためと考えられる。本手法を応用することでアンカーユニットの開発が進展するものと期待できる。

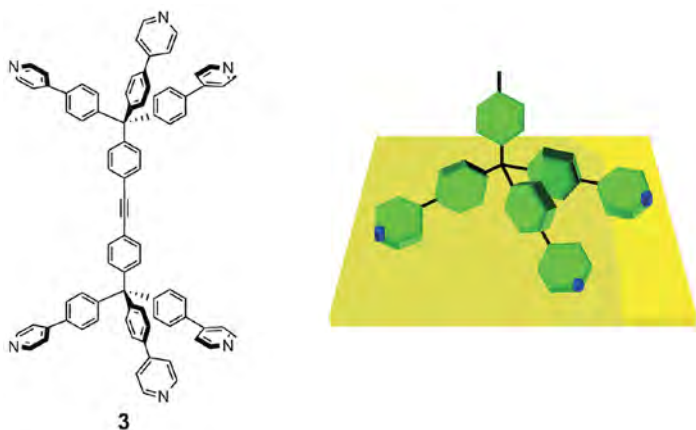


図 3 三脚型分子と金電極への接合様式

バイオナノテクノロジー研究分野

准教授	松本 卓也、谷口 正輝
助教	田中 裕行
特任研究員	平野 義明
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、コンピューター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

・量子ゆらぎ電流による 1 分子識別

一般的に、電流計測で得られるノイズは計測対象の特性を不明瞭にするため、電流ノイズは除去される。しかし、本研究では、ナノスケールの電極間距離を持つナノギャップ電極に 1 分子が接合された 1 分子接合で得られる電流ノイズに、分子の種類を識別する情報が隠れていることを発見し、電流ノイズから 1 分子を識別する情報を取り出すことに成功した(図 1)。

本手法は、電気計測による新しい 1 分子解析技術の新原理となり、1 分子センサーデバイスや 1 分子デバイスの診断技術への応用が期待される。

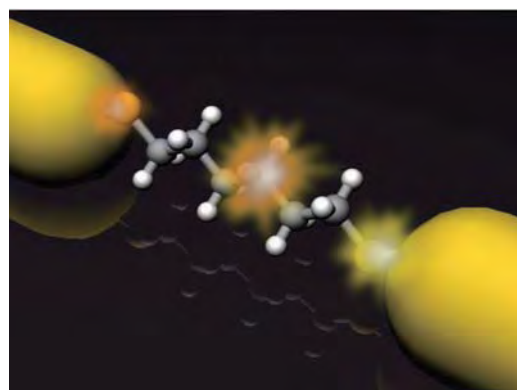


図 1 単分子接合の模式図

・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る。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 Mn12 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る。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(図 2)。

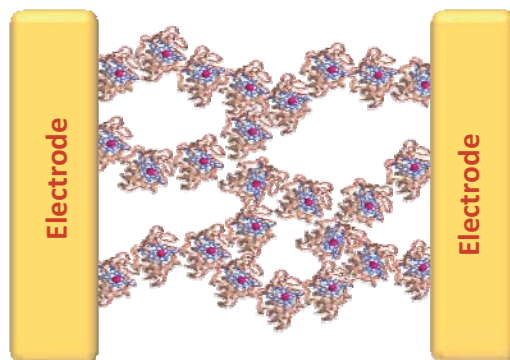


図 2 シトクロム c/DNA ネットワークデバイスの概念図

・簡便な安定化脂質二分子膜プラットフォームの開発とその応用

微細孔に形成された脂質二重膜は、低い膜容量と高い電圧安定性を備えた、優れた電気特性を持っている。しかしながら、半導体プロセスなどの微細加工の手法は、多くの製作ステップや、そもそも大規模な設備を必要としている。この問題を解決するため、様々な商業プラスチックフィルムに加熱されたチップを突き刺すだけのことによって、微細孔を形成させる目新しい方法を開発した(図3)。

フレキシブルなバイオセンサの開発や原子間力顕微鏡(AFM)などとの併用で使われること期待され、実際、私たちは、本手法を AFM と併用し、単一のチャネル・タンパクを活性化するのに成功した。私たちの新技術は、チャネル・タンパクでの起動非活性化力学の分析手法としても期待される

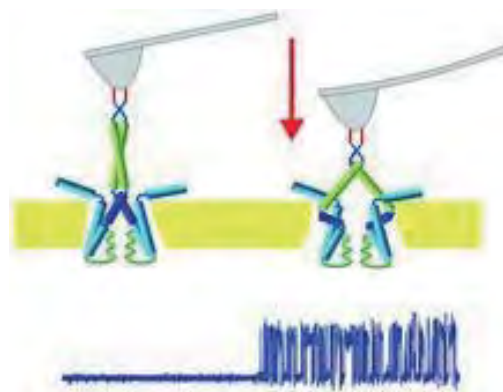


図3 単一チャネルの開閉制御の模式図

環境・エネルギーナノ研究分野

教授（兼任）

安藤 陽一

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自由度を利用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2～3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。我々は初めての3元素トポロジカル絶縁体 TlBiSe_2 の発見や、これまでで最高のバルク絶縁性を示すトポロジカル絶縁体新物質 $\text{Bi}_2\text{Te}_2\text{Se}$ の発見など、トポロジカル絶縁体の基礎研究において重要な成果を挙げている。

・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、バルク絶縁性の高いトポロジカル絶縁体 $\text{Bi}_2\text{Te}_2\text{Se}$ の上に重金属の電極を形成し、逆スピンホール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1に示す。

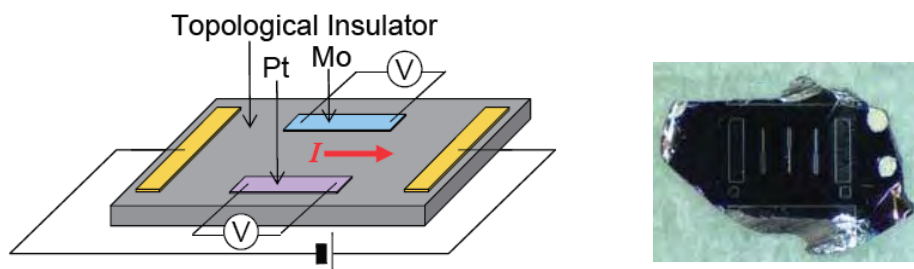


図1 互いに逆符号である Pt と Mo の逆スピンホール効果を利用してトポロジカル絶縁体 $\text{Bi}_2\text{Te}_2\text{Se}$ におけるスピン流を差動検出するためのデバイスの概念図と試作品

ナノ知能システム分野

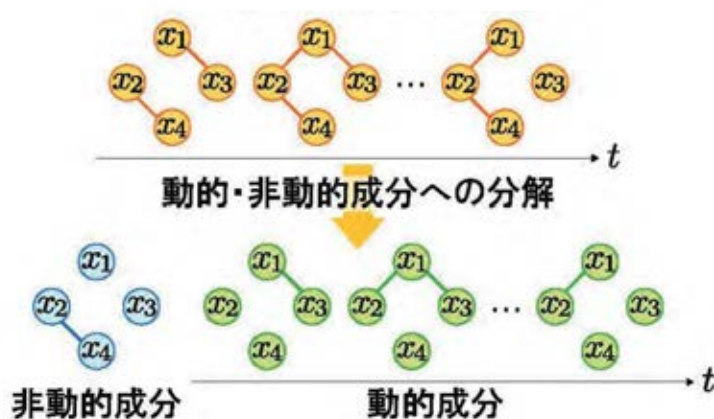
教授（兼任）

鷲尾 隆

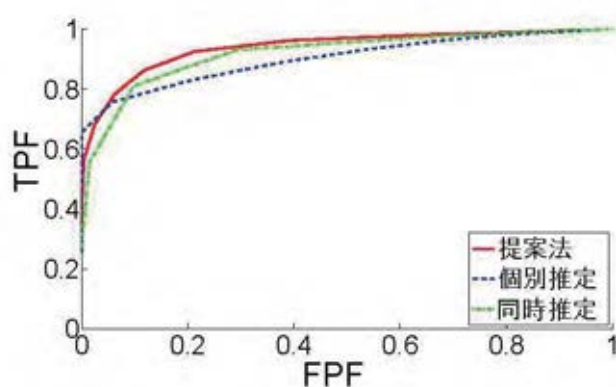
a) 概要

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、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でいる。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、それらが実験時間内に変動するために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有する状態密度行列の定常（非動的）成分と非定常（動的）成分を分解し、精度の高い推定結果を得る手法の開発研究を進めた。

b) 成果



状態密度行列上の状態間の関係



開発した成分分解手法の在来法との精度比較

ナノ医療応用デバイス分野

教授（兼任） 中谷 和彦

a) 概要

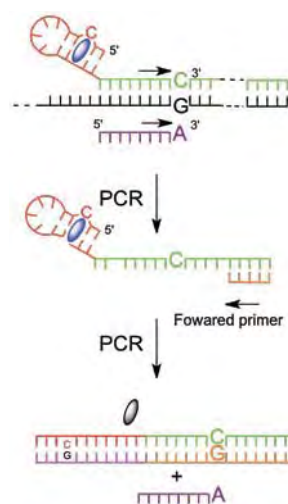
当分野では、迅速、簡便、安価な遺伝子診断法の開発を目指して、検出に必要な基本技術概念の提案と検証を行うとともに、ナノ微細加工と組み合わせたデバイスや、医療診断機器の開発へも展開する。

b) 成果

・シトシンバルジヘアピンプライマーを用いた簡便な遺伝子変異検出法

遺伝子の変異を迅速に検出する手法が、テーラメード医療を支える根幹技術として期待されている。当研究分野では、ミスマッチやバルジ構造に特異的に結合する小分子を用いた遺伝子変異検査技術を提案してきた。我々の方法の特徴は、標的 DNA が少量でも PCR を使うことで検出が可能であること、全てを混合して PCR がかけられるというきわめて簡便な手法で遺伝子変異が判定できる点にある。テンプレートを用いて PCR を行なった結果、3'末端の一塩基の違いで蛍光の変化に大きな差が観測され、一塩基の違いを認識することに成功した。この方法の特徴は、単に一塩基多型を蛍光で検出する事だけではなく、簡単にアレル特異性を向上できる点にある。ヘアピン構造でラベルしたプライマー（ヘアピンプライマー）とラベルされていないプライマーを共存させると、ヘアピンプライマーがテンプレートの増幅に使われた場合には蛍光強度が変化するのに対し、使われない場合には蛍光強度は変化しない。PCR の条件を検討することなくアレル特異性の向上が可能であるという点で簡便な検出法が構築できた。

尚、本研究は精密制御化学研究分野の武井史恵助教との共同研究である。



ナノシステム設計分野

客員教授 秋永 広幸 （平成 22 年 10 月 1 日～平成 22 年 12 月 31 日）

a) 概要

機能性酸化物ナノエレクトロニクス構築に関する研究

b) 成果

- ・ 多彩な電子機能を持つ機能性酸化物に対してナノ構造デバイスの形成とそのナノエレクトロニクス応用展開に関する研究を行った。具体的には、金属／酸化物界面で引き起こされる不揮発性メモリ効果（抵抗スイッチング、電界効果、トンネル磁気抵抗）を、ナノ構造化することにより高性能化を図る共同研究を行った。更に、この高性能ナノスケール酸化物デバイスを、「応用物理学会・機能性酸化物研究グループ」の活動を通じ、シリコンテクノロジー分野を初めとする異分野へと展開・融合する活動を推進した。ナノテクノロジー支援プロジェクト（阪大複合機能ナノファウンダリ、ナノプロセッシング・パートナーシップ・プラットフォームなど）を通して、ナノテクノロジーの普及およびネットワークの構築に関しても議論を行い、今後のナノテクノロジー展開についての在り方を議論した。
- ・ 「Emerging Research Memories」～1Xnm世代における電子デバイスの持続的進化を目指して～ と題して学内講演を行った。（平成22年12月9日（木）15：00～17：00）

ナノシステム設計分野

特任研究員（客員教授）

小林 仁（平成 23 年 1 月 1 日～平成 23 年 3 月 31 日）

a) 概要

極限ナノファブリケーションを実現するためには、量子ビーム誘起反応過程を解明する必要があり、このためにフェムト秒・アト秒パルスラジオリシスシステムの開発を行っているが、電子線と分析光の試料中での速度差が時間分解能の制限となり大きな問題となっている。これを解決するために等価速度分光法と呼ばれる手法を考案し、その実現のために、パルス圧縮と電子パルス回転を同時に実現する電子ビームパルスの高度な制御方法に関する研究を行った。

b) 成果

・等価速度分光法のための電子ビームパルス制御手法の開発

フェムト秒・アト秒パルスラジオリシスを実現するための基盤技術である等価速度分光法では、電子ビームパルスをフェムト秒に圧縮すると同時に進行方向面内で回転する 3 次元での高度なパルス制御技術が必要となるが、これまでの研究ではパルス圧縮と回転の両立は困難であった。この困難を打破するために、以下の様々な理論的な検討および新しい提案を行った。

電子パルス中の電子のエネルギー分散を利用し、アンジュレーターを通過させた時に、エネルギーにより軌道長が異なることを利用して、アンジュレーター出口において進行方向面内でパルス回転する手法を提案した。

電子パルスをフェムト秒に圧縮するためには、磁気パルス圧縮器におけるエネルギー分散の最適化と磁場の 2 次効果を解消する非線形エネルギー変調を行う必要があり、現在は 1 つの加速管を用いているが、加速管を 2 つ使用することにより、エネルギー分散と磁場 2 次効果の解消の 2 つの異なる制御を個別の加速管で行い、それぞれの制御を最適化することにより、アト秒に向けた高精度パルス圧縮とパルス回転を同時に実現する手法を提案した。

等価速度分光法では、パルス圧縮と進行方向面内での回転と 3 次元の高精度パルス制御が必要になるが、フォトカソード RF 電子銃に付属するエミッタンス補償用ソレノイドマグネットにより進行方向軸周りにパルスが回転してしまう問題があった。この問題を解決するために、逆磁場ソレノイドの併用を提案した。

ナノシステム設計分野

招へい准教授 上田 茂典 (平成 22 年 4 月 1 日～平成 22 年 6 月 30 日)

a) 概要

強相関酸化物ナノデバイスの電子・スピン評価に関する研究

b) 成果

硬X線光電子分光法および磁気円二色性による強相関酸化物ナノデバイスの強相関電子・スピン状態評価に関する共同研究を行った。SPring-8/NIMSグループは、バルク敏感な硬X線光電子分光および磁気円二色性で世界最先端の研究実績・設備を有している。SPring-8の高輝度放射光施設における硬X線領域の波長(6keV～10keV)を用いた光電子分光法および磁気円二色性はバルク敏感であり、10-30nmもの深く埋もれた界面の電子状態およびスピン状態を評価可能である。強相関酸化物ナノデバイスにおける、バイアス電界による誘起物性(強磁性・電気伝導度)と、電子・スピン構造の直接比較により、強相関電子デバイスの物性・動作制御メカニズムを明らかにした。

ナノシステム設計分野

招へい准教授 金澤 靖（平成 22 年 10 月 1 日～平成 22 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

・大腸形状モデル化のための腸形状展開画像とその周波数解析

内視鏡診断の効率化において大腸全体の三次元形状を把握することは有効な手段の一つである。既存研究として、腸壁に一般的に見られる襞や血管から特徴点を抽出し、Structure from Motion (SfM)によって三次元形状復元を行っているものなどがあるが、この特徴点が不安定で且つ疎にしか得られないため、密で正確な形状復元は困難であった。我々は、対象シーンを大腸に限定し、実際の大腸形状の制約を適切に表現したモデルを獲得してそれを利用することで、このような疎で不安定な三次元情報から密な形状を復元することを目的としている。本論文では、この形状制約を獲得するための大腸 CT 画像の解析方法として腸形状展開画像を提案し、その生成法について述べると共に、周波数分析を施し簡便な形状傾向の分析について示す。



図 1 内視鏡



図 2 内視鏡映像



図 3 大腸全体の形状

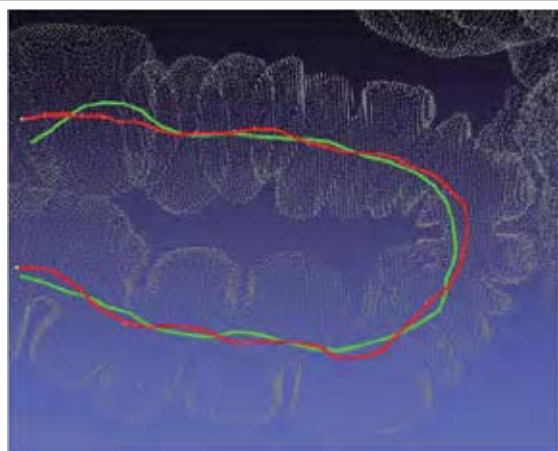


図 4 最適化前(緑)と最適化後(赤)の中心線

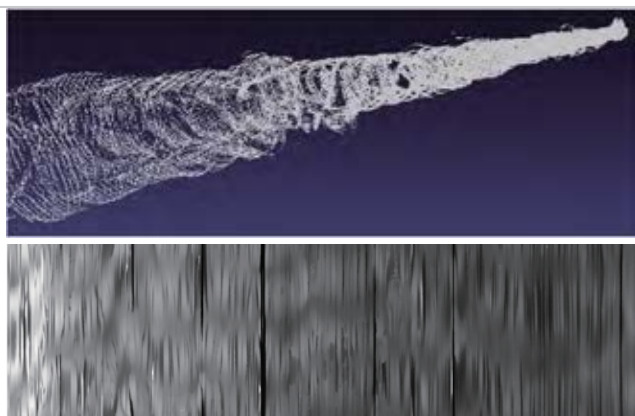


図 5 直線化した大腸ボリューム(上)と腸形状展開画像(下)

ナノシステム設計分野

客員准教授 酒井 政道（平成 22 年 10 月 1 日～平成 22 年 12 月 31 日）

a) 概要

極低ホール係数材料の創製を目指した系統的な水素吸蔵体 YH_2 の成膜作製を 2009 年度から阪大産研で実施している。極低ホール係数材料の創製を目指している理由は、水素吸蔵体 YH_2 に特有なホール係数ゼロ状態が、正味の電荷輸送を伴わない、したがってジュール熱損失の無いキャリア（電子と正孔）輸送を可能にするので、その性質を利用した、例えば、スピン流生成デバイスなどへの応用が考えられるからである。このように、 YH_2 を水素吸蔵体以外の用途で利用するには高品位の結晶が必要である。我々の YH_2 薄膜の作製では、まず Y 薄膜を成膜し、一旦大気中に取り出した後、水素雰囲気中熱処理するという 2 つの工程を経る。本研究では、(1) as-grown Y 膜の結晶性とそれを水素化して作製した YH_2 の結晶性にはどのような相関があるのか、(2) 酸化防止のため保護膜を Y 表面上に成膜することが、 YH_2 の結晶性にどのような影響を及ぼすか、について調査した。

b) 成果

保護膜のない Y 膜では、(i) 大気に暴露した際の表面酸化が激しいが、(ii) Y (hcp 構造) の c 軸配向性が高い程、水素化後の YH_2 (fcc 構造) の (111) 配向性が高いこと、すなわち、結晶配向性については Y と YH_2 との間には強い正の相関があること、(iii) 結晶子サイズについては、 Y と YH_2 との間には相関が弱いことが見出された。一方、酸化防止目的で保護膜を付けた Y 膜では、保護膜が Au および Pd の場合は、共に表面酸化防止に有効であるが、前者では Y が全く水素化されないのに対して、後者では十分水素化反応が進行して、保護膜のない場合と同様 YH_2 が作製できるが、(i) 配向性については、保護膜のない場合と異なり、 Y と YH_2 との間には相関が弱いこと、(ii) 結晶子サイズについては、 Y と YH_2 との間には弱い負の相関が見出された。さらに、保護膜として Gd を用いると、水素化反応が進行して、保護膜のない場合と同様、 YH_2 が作製でき、さらにその配向性、結晶子サイズとして、我々の経験の中で最も品質の良い結晶（配向指数＝50、結晶子サイズ＝70 nm）が得られた。したがって、配向性が高く、結晶子サイズの大きい YH_2 薄膜を得るには Gd 保護膜が有効であることがわかった。

ナノシステム設計分野

客員教授

垣内 史敏（平成 23 年 1 月 1 日～平成 23 年 3 月 31 日）

a) 概要

有機化合物中に遍在する炭素－水素結合を有機合成反応において官能基として利用できれば、既存の合成手法では多段階の工程が必要な反応を短工程で達成できることや、プロセス全体における化学廃棄物を削減できるなど、様々な長所をもつ分子変換手法になる。垣内教授らは、ヘテロ原子の遷移金属錯体への配位を利用する事により、炭素－水素結合を位置選択的に切断し、その位置で新たな官能基を導入する触媒的分子変換法の開発に成功している。

この方法を適用することにより、様々な化合物中の炭素－水素結合を官能基化することができることを明らかにしており、これまで合成が困難であった共役系化合物の高効率合成も可能となっている。本研究では、本手法により合成した化合物の電子材料としての評価を行い、有機電子材料合成の新手法の開発に取り組んだ。

b) 成果

アントラキノンやペンタセンキノンを出発原料に用いて多置換芳香環のアルキル化を行った後、生成物中のカルボニル基を還元し、多置換アントラセン類やペンタセン類の短工程合成を行った。また、アセトフェノン類と芳香族ジボロン酸エステル類とのクロスカップリング反応により、テルアリアル化合物を合成し、それら生成物のアセチル基をエチニル基へ変換後、環化芳香族化させることによりジベンゾ[a,h]アントラセン類やピセン類へ変換する合成法の開発を行った。上記で合成した化合物を用いて、有機電界効果トランジスタを作成し、OFET 特性の測定を行った[1]。

テトラアルキルペンタセンを用いてOFET特性を測定した結果、ホール移動度 $5.3 \times 10^{-6} \text{ cm}^2 \text{ V}^{-1} \text{ s}^{-1}$ 、on/off比 1×10^2 、閾値電圧 -2.8 V であった。得られた物性は低かったが、ペンタセン類をスピスコート法により素子上で成膜することが可能であること、またその方法で作成した素子が低いながらもOFET特性をもつことが明らかとなった。また、ピセン類やジベンゾ[a,h]アントラセン類についても、スピスコート法で塗布したボトムコンタクト型素子を作成し、化合物がもつホール移動度を測定した。測定した化合物のうちトリメチルシリル基が置換した化合物が、中程度のホール移動度 $3.0 \times 10^{-4} \text{ cm}^2 \text{ V}^{-1} \text{ s}^{-1}$ （on/off比 1.3×10^7 、閾値電圧 0 V ）を示した。（図 1）

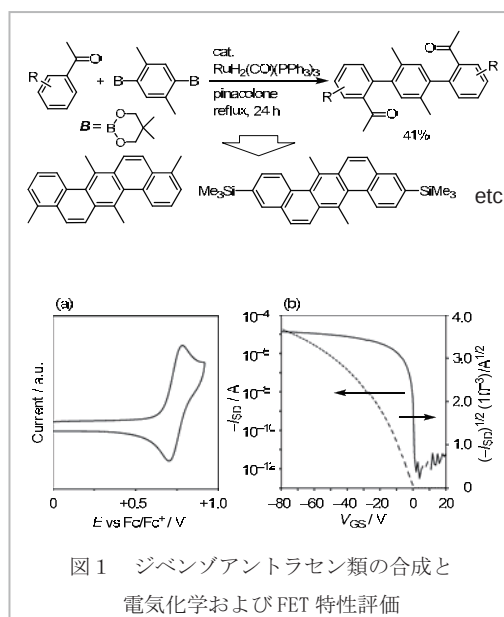


図 1 ジベンゾアントラセン類の合成と電気化学およびFET 特性評価

[1] Kitazawa, K.; Kochi, T.; Nitani, M.; Ie, Y.; Aso, Y.; Kakiuchi, F. *Chem. Lett.* **2011**, *40*, 300-302.

ナノデバイス評価・診断分野研究分野

客員教授

Stefano Borgo (平成 22 年 6 月 1 日～平成 22 年 6 月 30 日)

a) 概要

工学的知識の体系化に貢献する基盤技術として、オントロジー工学が注目を集めている。Stefano Borgo 客員教授は、オントロジー研究の代表的研究機関である、イタリア Laboratory of Applied Ontology (LOA) で、オントロジー工学一般、特に、人工物に関連するオントロジーについて研究を行っている、世界的権威である。そこで、本研究では、溝口研で開発されてきたオントロジー YAMATO や機能オントロジー FOCUS の定式化、ナノデバイスも含まれる人工物の定義とその機能に関する深い考察などを行った。

b) 成果

・上位オントロジー YAMATO の定式化

溝口理一郎教授が開発してきた上位オントロジー YAMATO が高く評価され、LOA の開発した上位オントロジー DOLCE との比較も含めて、その定式化（公理化）が行われた。その意味論がより明確になるとともに、その本質的な違いと優位性が明確になった。

・機能オントロジー FOCUS の定式化

溝口研で開発してきた機能に関するオントロジー FOCUS について、深い興味が持たれ、その定式化（公理化）が行われた。機能概念などの意味論とその深さが明確になった。

・人工物の定義に関する考察

人工物の本質性について議論し、3つの異なる人工物の定義を詳細に検討し、その違いを明確化した。まず、人工物であることを認定する条件に複数のレベルがあること、また、製造（物理的改変）と（使用のための）選択という大きく二つの観点があることを明確にした。次に、それらの間の関係を 図 1 のように明確にした。まず、製造の観点から、Natural-made thing, By-product artifact, Technological artifact, Engineering artifact を識別することができ、それを（A に沿った）使用による選択と、（B に沿った）製造による選択によって、Ontological artifact が存在させることができるという関係にあることを明らかにした。

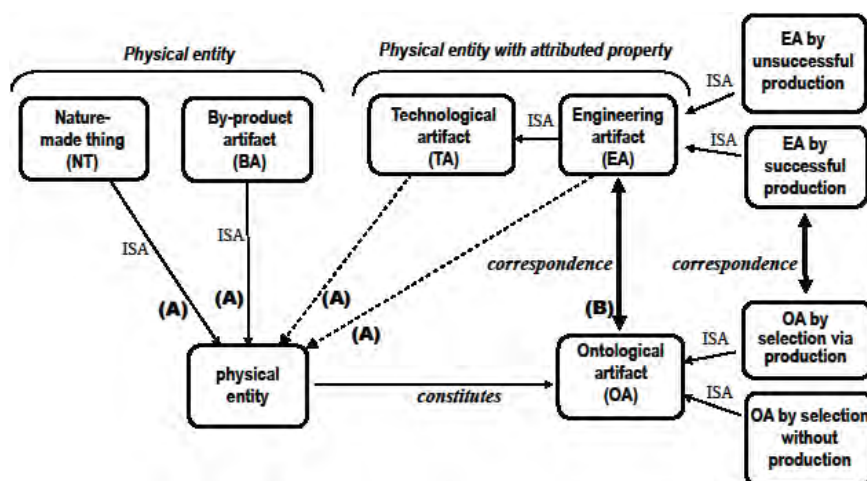


図 1 人工物概念定義間の関係

ナノデバイス評価・診断分野

客員准教授

Michael Börsch（平成 22 年 8 月 2 日～平成 22 年 9 月 1 日）

a) 概要

生体分子ナノモーターである F_0F_1 -ATP 合成酵素 (F_0F_1) の回転運動を生きている大腸菌内で 1 分子計測する手法の開発に取り組んだ。特に Förster 型共鳴エネルギー移動 (FRET) を用いた 1 分子計測法の適用を試みた。

b) 成果

・リポソームに再構成した F_0F_1 の 1 分子 FRET 計測

F_0F_1 の固定子 a サブユニットに SNAP タグ、回転子 ϵ サブユニットに CLIP タグを導入した F_0F_1 変異体を作製し、ATP 加水分解活性、ATP 合成活性およびプロトン輸送活性を確認した。また精製 F_0F_1 への蛍光色素の特異的結合を確認し、リポソームに再構成した蛍光標識 F_0F_1 の 1 分子 FRET 計測を行った。その結果、構造から予想される 3 種類 (L, M, H) の FRET 効率が検出された。しかしながら、ATP 合成方向 ($H \rightarrow M \rightarrow L \rightarrow H$) および ATP 加水分解方向 ($H \rightarrow L \rightarrow M \rightarrow H$) の回転に対応する順序だった FRET 変化を示す分子の割合が低いという課題が明らかとなり、タグの位置を変えた F_0F_1 を作製し改善を試みた。

・大腸菌内 F_0F_1 の 1 細胞 FRET 計測、1 分子イメージング

細胞内 1 分子 FRET 計測の予備実験を行った。 F_0F_1 変異体を発現する大腸菌に蛍光色素誘導体を反応させ細胞膜の特異的な染色を確認した。また、蛍光色素を標識後に菌体を培養し、細胞分裂により 1 細胞あたりの蛍光標識 F_0F_1 のコピー数が減少させることで、大腸菌内 F_0F_1 の 1 分子イメージングに成功した。

ナノデバイス評価・診断分野

客員教授

Emil Pinčík (平成 22 年 9 月 1 日～平成 22 年 10 月 29 日)

a) 概要

高い性能の電子デバイスは、現代社会の急速な進歩に不可欠である。極薄誘電体膜ならびに誘電体膜／半導体界面の物性は、電子デバイスの特性に大きく影響を及ぼし、これらの物性の研究は、基礎および応用の分野で非常に重要である。このために、我々は、革新的な過渡分光装置を開発している。得られた結果を、光学的物性や結晶構造の知見とともに解析し、誘電体膜／半導体構造の物理的性質を調べている。

b) 成果

半導体デバイスにおける最も基本構造である、金属－酸化物－半導体（MOS）構造に用いられる極薄 SiO₂/Si 界面特性に注目して研究を行った。準安定欠陥準位の観測と界面特性の評価のために、電荷 DLTS（Deep Level Transient Spectroscopy）法による電気的特性測定、分光エリプソメトリ、AFM ならびに、視斜角入射 X 線回折測定を用いた。硝酸酸化法を用いて形成した後に HCN 溶液中で欠陥終端化処理を施すことで、非常に良好な SiO₂/Si 構造が形成されることが分かった。分光エリプソメトリ測定の結果、NAOS 法で形成された極薄 SiO₂ 膜（1.5 nm）の屈折率は、 α -石英よりも高かった [633 nm における NAOS-SiO₂ 膜と α -石英の屈折率はそれぞれ、1.72 と 1.48]。FTIR 測定の結果、NAOS-SiO₂ 膜中の原子密度は熱酸化で形成された SiO₂ 膜よりも高かった。NAOS-SiO₂ 膜の高い屈折率は、膜中の高い原子密度と相関があると結論した。

SiO₂ 膜の電気的性質を調べるために、電荷測定による深い準位の過渡応答分光（Q-DLTS）測定を行った。その結果、シアン化法によるパッシベーションにより、界面準位密度が $10^{12} \text{ cm}^{-2} \text{ eV}^{-1}$ から $10^{11} \text{ cm}^{-2} \text{ eV}^{-1}$ に減少した。特に Si のミッドギャップ準位のパッシベーション効果が大きかった。SiO₂/Si 構造への POA（Post-oxidation annealing）処理と PMA（Post-metallization annealing）処理の効果を比較した。図 1 は、POA 処理と PMA 処理を施した SiO₂/Si 試料の Q-DLTS スペクトルである。POA 処理試料よりも PMA 処理試料の方が信号強度が低く、界面準位密度が低減されていると結論した。

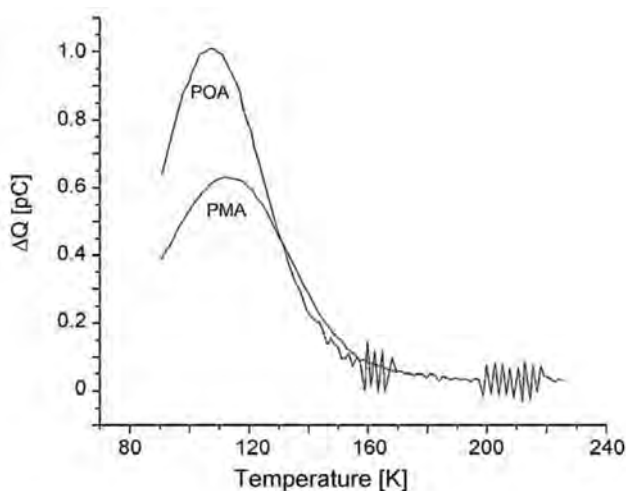


Fig. 1 Q-DLTS spectra of <Al/SiO₂/Si> MOS structures with POA and PMA treatments.

ナノデバイス評価・診断分野

客員教授 金 成植 (平成 22 年 12 月 20 日～平成 23 年 2 月 21 日)

a) 概要

光照射などの外部刺激によって局在電荷の分布を変化させる分子スイッチデバイスは超分子の機能化において重要である。本研究ではスイッチング機能の最適化を行うことを目的とし、種々の制御因子の検討を可能にする分子の設計および合成を行った。

b) 成果

本研究では機能性分子を複数結合した分子を合成し、化学酸化または還元により機能性色素に正または負電荷を生じさせたのち、光励起による局在電荷の分布の変化を超高速分光法で評価することを目的としている。高効率および高速な電荷分布スイッチ機能を有する分子の設計において、電荷移動の自由エネルギー変化および機能性色素をつなぐリンカーの制御が重要な因子であることが、電荷移動理論であるマーカス理論より示唆される。したがってこれらの制御因子を検討するのに適切な分子系としてイミド類をフェニル基によって結合したダイアッド分子を設計した。これらの分子では置換基の選択による自由エネルギー変化の制御が容易であること、およびリンカーの選択による相互作用の制御が容易であるという利点がある。実際に、ダイアッド分子の合成を行った。

ナノテクノロジー産業応用分野

外国人客員教授

Nicola Guarino（平成 22 年 4 月 7 日～平成 22 年 5 月 7 日）

a) 概要

イタリアはトレントのオントロジー応用研究所を中心とするヨーロッパの研究グループと溝口研究室との間の EU の公式な共同研究の一環として、最初の訪問研究者として来日して、緊密な共同研究を行った。テーマは多岐にわたり、ロール理論、人工物の理論、サービスオントロジーに関する考察を行った。

b) 成果

・ロール理論

ロールに関するトレント理論と溝口研理論との相違点の比較を行うと共に、ロールが空き状態の時の考察を深め、バーチャルPlayerなる新しい概念を導入した。これによって、ロールがPlayされていないときの意味論を深めることに成功した。

・人工物の理論

人工物の定義は未だになされていない。実際、一見定義が明確と思われる工業製品としての人工物の定義は失敗作を含まないことになり、直感に反する。あるいは、足跡を人工物と呼ぶかどうかも議論を呼ぶ。このような状況において、人工物の定義をそのカバーする範囲の広さにおいて複数のカテゴリーに分けることを提案し、最も強い意味の人工物の定義を考察した。その結果、人工物は構成部品の役割が設計として明確に定義されていることが必要であるという合意を得た。

・サービスオントロジー

Nicola教授のサービスオントロジーと溝口研究室のサービスに関する考察の比較検討を行った。その結果、溝口研究室のサービス概念は、機能との明確の差別化がなされており、かつサービス発揮に着目したものであるのに対して、Nicola教授のオントロジーは機能との差別化はなされておらず、サービス発揮能力を指すものであることが明らかとなった。

ナノテクノロジー産業応用分野

客員教授

Sylvain JUGÉ (平成 22 年 5 月 10 日～平成 22 年 6 月 11 日)

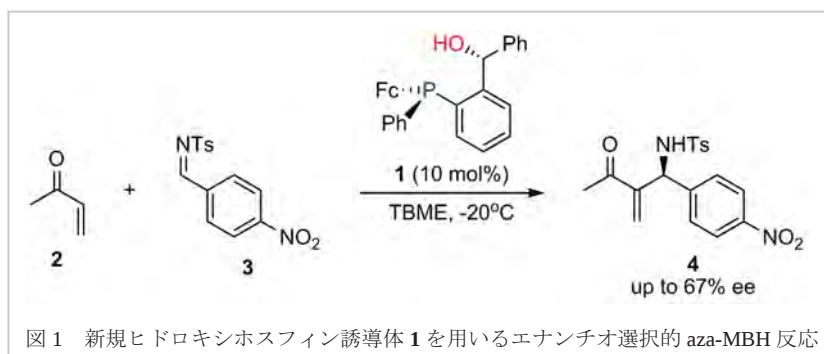
a) 概要

不斉触媒は極微量の使用により医薬品などの原料となる有用な光学活性化合物の大量供給を可能とする。限りある資源を有効かつ最大限に活かし、環境汚染物質の排出を抑制するためには、実用的な高活性不斉触媒の開発が最重要課題の 1 つとなっている。当研究分野では、Juge 教授のグループで開発が進められている新規ホスフィン化合物を笹井研究室が展開している環境調和性の高いエナンチオ選択的有機分子触媒反応に付し、新しい有機分子触媒の創出に挑戦した。

b) 成果

・キラルなリン原子を有する有機分子触媒の開発とアザ-森田-バイリス-ヒルマン反応への応用

アザ-森田-バイリス-ヒルマン反応において多機能な有機分子触媒として働く、キラルなリン原子を有するヒドロキシホスフィン誘導体 **1** を開発した。アザ-森田-バイリス-ヒルマン反応は、マイケル・マンニッヒ・水素移動・逆マイケルの 4 つの連続反応から構成される。キラルなルイス塩基であるホスフィン部位は、マイケル反応を促進して、アルコール部位は水素移動を加速し、その結果、付加体 **4** を最高 67% ee で与えた。



ナノテクノロジー産業応用分野

客員教授 金 成植 (平成 22 年 6 月 21 日～平成 22 年 8 月 20 日)

a) 概要

ボトムアップ的手法によるナノマテリアルの形成において、位置選択的な反応の開発が必須である。本研究では、第一レーザーで生じた反応中間体をさらに第二レーザーで励起することで、種々の反応に応用可能な高活性な反応中間体を位置選択的に生成させることを目的として、新たな分子系の構築を行った。

b) 成果

ナフタルジイミド(NDI)などのイミド類は電子受容性に優れていることから、種々の超分子系において電子受容体として用いられている。NDIは還元されると可視域に強い吸収をもつことから、第一レーザーにより還元体を生成させ、第二レーザーによってラジカルアニオンを励起させることによって、非常に高い還元性を実現することが予想される。実際、この高い還元性を確認することを目的として、NDIをパルスラジオリシスで還元し、さらにレーザー照射によってラジカルアニオンを励起した場合、従来では観測されない電子移動を示すことを予備的に確認した。励起ラジカルアニオンは非常に短寿命であることが予想されることから、効率的な電子移動の実現には単一分子内にNDIと電子受容体を有する分子系の構築が不可欠である。そのような分子系としてNDIとピロメリットイミド(PI)を結合した分子系を設計し、その合成を行った。

ナノテクノロジー産業応用分野

客員准教授 ABDEL-MOLA Mohamed Almokhtar（平成 22 年 10 月 1 日～平成 23 年 3 月 31 日）

a) 概要

磁性量子井戸層、非磁性障壁層からなる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。他方、ナノロッド構造は結晶性が良好であり、また、量子井戸構造とは垂直方向でのキャリアの閉じ込めがあり、物性的にもデバイス応用上も興味をもたれる。本研究では、室温強磁性半導体 GaGdN と非磁性半導体 AlGaIn からなる GaGdN/AlGaIn の量子井戸構造を組み込んだナノロッド構造（量子ディスク構造）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、磁気的評価ならびに光学的評価を行い、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 法で自然酸化膜付き Si(001)基板上に作製した GaGdN/AlGaIn 多重量子ディスクに対して、原子間力顕微鏡（AFM）測定からナノロッド構造が形成されていることが分かった。また、透過電子顕微鏡観察結果から量子ディスク構造が形成されていることが明らかとなった。GaGdN/AlGaIn 多重量子ディスクでは、AlGaIn バリア層の厚さを厚くすると AlGaIn バリア層から GaGdN ディスク層に流れ込むキャリアが増え、キャリア誘起強磁性により磁化特性が改善することを明らかとした。また、量子ディスクからの PL 発光を観察した。さらに、基板結晶からナノロッド構造を分離する技術を検討し、その技術確立した。このことにより、量子ディスク構造を有する 1 本のナノロッドに対する物性評価が可能となった。

業 績

ナノ機能材料デバイス研究分野

原著論文

[1] Noise-driven signal transmission using nonlinearity of VO₂ thin films, T. Kanki, Y. Hotta, N. Asakawa, T. Kawai and H. Tanaka: Appl. Phys. Lett., 96 (2010) 242108(3).

[2] Giant Magnetoresistance Observed in (Fe,Mn)₃O₄ Artificial Nanoconstricted Structures at Room Temperature, K. Goto, T. Kanki, T. Kawai and H. Tanaka: Nano Letters, 10 (2010) 2772-2776.

- [3]Electronic Structure of W-Doped VO₂ Thin Films with Giant Metal-Insulator Transition Investigated by Hard X-ray Core-Level Photoemission Spectroscopy, H. Takami, T. Kanki, S. Ueda, K. Kobayashi and H. Tanaka: Appl. Phys. Exp., 3 (2010) 63201(3).
- [4]Direct fabrication of integrated 3D epitaxial functional transition metal oxide nanostructures using extremely small hollow nanopillar nano-imprint metal masks, N.-G. Cha, T. Kanki and H. Tanaka: Nanotechnology, 22 (2011) 185306(6).
- [5]Preparation of ferroelectric field effect transistor based on sustainable strongly correlated (Fe,Zn)O₄ oxide semiconductor and their electrical transport properties, J. Takaobushi, T. Kanki, T. Kawai and H. Tanaka: Appl. Phys. Lett., 98 (2011) 102506(3).
- [6]Enhancement of Spin Polarization in a Transition Metal Oxide Ferromagnetic Nanodot Diode, S. Yamanaka, T. Kanki, T. Kawai and H. Tanaka: Nano Letters, 11 (2010) 343-347.
- [7]Photocurable Silsesquioxane-Based Formulations as Versatile Resins for Nanoimprint Lithography, B.-K. Lee, N.-G. Cha, L.-Y. Hong, D.-P. Kim, H. Tanaka, H.-Y. Lee and T. Kawai: Langmuir, 26 (2010) 14915-14922.
- [8]Investigation of structural and magnetic properties of polycrystalline Ni_{0.5}Zn_{0.5-x}Mg_xFe₂O₄ spinel ferrites, A.K.M.Akther Hossain, T. S. Biswas, T. Yanagida, H. Tanaka, H. Tabata and T. Kawai
A.K.M.Akther Hossain, T. S. Biswas, T. Yanagida, H. Tanaka, H. Tabata and T. Kawai: Materials Chemistry and Physics, 120 (2010) 461-467.
- [9]AFM Nanopatterning of Transition Metal Oxide Thin Films, L. Pellegrino, I. Pallecchi, E. Bellingeri, G. Canu, A. S. Siri, D. Marre, Y. Yanagisawa, M. Ishikawa, T. Matsumoto, Hide. Tanaka, and T. Kawai: J. Nanosci. Nanotechnol., 10 (2010) 4471-4476.
- [10]Formation of wide and atomically flat graphene layers on ultraprecision-figured 4H-Si(0001) surfaces, A. N. Hattori, T. Okamoto, S. Sadakuni, J. Murata, K. Arima, Y. Sano, K. Hattori, H. Daimon, K. Endo, and K. Yamauchi: Surface Science, 605 (2011) 597-605.
- [11]High-integrity finishing of 4H-SiC (0001) by plasma-assisted polishing, K. Yamamura, T. Takiguchi, M. Ueda, A. N. Hattori¹, and N. Zettsu: Advanced Materials Research, 126-128 (2010) 423-428.
- [12]Chemical etchant dependence of surface structure and morphology on GaN(0001) substrates, A. N. Hattori, F. Kawamura, M. Yoshimura, Y. Kitaoka, Y. Mori, K. Hattori, H. Daimon, and K. Endo: Surface Science, 604 (2010) 1247-1253.
- [13]Spatial Redistribution of Oxygen Ions in Oxide Resistance Switching Device after Forming Process, Takeshi Yajima, Kohei Fujiwara, Aiko Nakao, Tomohiro Kobayashi, Toshiyuki Tanaka, Kei Sunouchi, Yoshiaki Suzuki, Mai Takeda, Kentaro Kojima, Yoshinobu Nakamura, Kouji Taniguchi, and Hidenori Takagi: Jpn. J. Appl. Phys., 49 (2010) 060215-1-3.

国際会議

- [1]Nano-structuring Functional Oxides for Advanced Spintronic Materials and Devices (invited), H. Tanaka: International Union of Materials Research Societies (IUMRS 2010).
- [2]Enhancement of Spin Polarization in a Transition Metal Oxide Ferromagnetic Nano-Dot Diode (poster), H. Tanaka: 17th International Workshop on Oxide Electronics.
- [3]Functional Oxide Nano Spintronics (invited), H. Tanaka, T. Kanki, K. Goto, S. Yamanaka, N.G. Cha, H. Takami, A. Hattori, T. Kawai: The 5th International Workshop on ADVANCED MATERIALS

SCIENCE AND NANOTECHNOLOGY.

- [4]Large Area Fabrication of Integrated Au and Oxide Nanobox Arrays by Sidewall Deposition with Controllable Heights and Thickness (poster), H. Tanaka, N.-G. Cha, A. Hattori, A. Ono: 2010 MRS Fall Meeting.
- [5]Electronic Structure of W-Doped VO₂ correlated oxide semiconductor and their nanoscopic physical property (invited), H. Tanaka: 平成22年度日印セミナー「新奇磁性体・超伝導体の電子構造」/The 4th Indo-Japan Seminar.
- [6]Noise-controlled signal transfer in VO₂ thin films (poster), T. Kanki, Y. Hotta, N. Asakawa, T. Kawai and H. Tanaka: International Conference on Core Research and Engineering Science of Advanced Materials at Osaka University.
- [7]Direct observation of metallic path formation in stochastic resonance devices using VO₂ (poster), T. Kanki, Y. Hotta, N. Asakawa, T. Kawai and H. Tanaka: 17th International Workshop on Oxide Electronics.
- [8]Observation of Metallic Phase Formation by a Bias Voltage in Correlated Insulator VO₂ Thin Films (oral), T. Kanki, H. Takami and H. Tanaka: 2010 MRS Fall meeting.
- [9]Noise-driven Signal Transmission Using Nonlinear Property of VO₂ Thin Films (poster), T. Kanki, Y. Hotta, N. Asakawa, T. Kawai and H. Tanaka: 2010 MRS Fall meeting.
- [10]New functional devices using nonlinear electric response of oxide materials (oral), T. Kanki: NSF-MEXT US/Japan Young Scientists Symposium on Nanomanufacturing at ISIR.
- [11]Clean GaN(0001) substrate surface structures and their optical properties (poster), A. N. Hattori, N.-G. Cha, H. Tanaka: International Conference on Core Research and Engineering Science of Advanced Materials.
- [12]Three dimensional patterned oxide substrates for the direct epitaxial growth of functional oxides (poster), A. N. Hattori, N.-G. Cha, H. Tanaka: 17th International Workshop on Oxide Electronics.
- [13]Surface treatments toward obtaining clean GaN(0001) substrate surfaces (oral), A. N. Hattori, K. Hattori, H. Daimon, K. Endo: Asia Pacific Interfinish 2010.
- [14]Investigation of Electronic Properties for V_{0.99}W_{0.01}O₂ Thin Films Using Hard X-ray Photoemission Spectroscopy (poster), : International Conference on Core Research and Engineering Science of Advanced Materials.
- [15]Modulation mechanism of metal-insulator transition temperature by doping W in VO₂ thin films (poster), : 2nd Global COE Student Conference on Innovative Electronic Topic.
- [16]W-doping effects on VO₂ thin film with giant metal-insulator transition investigated by Hard X-ray Photoemission spectroscopy (poster), : 17th International Workshop on Oxide Electronics.
- [17]Investigation of Electronic States in W-doped VO₂ Thin Films by Hard X-ray Photoemission Spectroscopy (oral), : 2010 Materials Research Society Fall Meeting.
- [18]Achievement of High Temperature-Coefficient of Resistance at Room Temperature in W-doped VO₂ Thin Films (poster), : 2010 Materials Research Society Fall Meeting.
- [19]Fabrication of ZnO nano structures by using sidewall growth technique (poster), : 2nd Global COE

Student Conference on Innovative Electronic Topics.

解説、総説

機能性酸化物のナノ微細加工プロセスの確立, 田中 秀和、神吉 輝夫、Nam-Goo Cha、服部 梓、
Web マガジン ナノテクジャパン, (独)物質・材料研究機構, 3 (2010), 第 12 回.

超平坦化加工を施した 4H-SiC(0001)表面 –高品質グラフェン作製への応用–, 服部 梓、岡本 武志、定國 峻、村田 順二、有馬 健太、佐野 泰久、遠藤 勝義、山内 和人, 表面科学, 表面科学会, 31 (2010), 466-473.

特許

[1]「電流ースピン流変換素子」藤原宏平、福間康裕、松野丈夫、大谷義近、高木英典, 特願 2010-191414

国内学会

応用物理学会 7 件
日本表面科学会 1 件

取得学位

修士 (工学) W ドープ遷移金属酸化物 VO₂ における室温巨大相転移制御とメカニズム解明
高見 英史

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	15,600
田中 秀和		
新学術領域 (研究課題提案型)	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	9,880
神吉 輝夫		
若手研究 (B)	新規光誘起磁性酸化物の創成とスピントロニクス素子応用	650
神吉 輝夫		
若手研究 (B)	二元系遷移金属酸化物における電界誘起抵抗変化現象の機構解明	2,730
藤原 宏平		

その他の競争的研究資金

田中 秀和	独立法人新エネルギー・産業技術総合開発機構	サステイナブル Fe 酸化物 高温強磁性半導体を用いた スピンエレクトロニクス素子の開発	33,280
神吉 輝夫	大阪大学”飛翔 30”若手プログラム	室温ゆらぎを活用した新規 情報伝達ナノ材料に関する研究	3,600

ナノ極限ファブリケーション分野

原著論文

[1]Ultrafast pulse radiolysis, J. Yang, T. Kondoh, K. Kan, Y. Yoshida: Nucl. Instrum. Method A, 629 (1) (2011) 6–10.

- [2]Femtosecond pulse radiolysis and femtosecond electron diffraction, J. Yang, K. Kan, T. Kondoh, Y. Yoshida, K. Tanimura, J. Urakawa: Nucl. Instrum. Method A, (2010) in press.
- [3]Femtosecond pulse radiolysis study on geminate ion recombination in n-dodecane, T. Kondoh, J. Yang, K. Norizawa, K. Kan, Y. Yoshida: Radiat. Phys. Chem., 80 (2) (2011) 286-290.
- [4]Simulation study of sub-femtosecond electron bunch generation using photocathode RF gun linac, K. Kan, J. Yang, T. Kondoh, K. Norizawa, A. Ogata, T. Kozawa, Y. Yoshida: Nucl. Instrum. Method A, 622 (1) (2010) 35-40.
- [5]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 (1) (2010) 1–8.
- [6]Decomposition of halophenols in room-temperature ionic liquids by ionizing radiation, A. Kimura, M. Taguchi, T. Kondoh, J. Yang, R. Nagaishi, Y. Yoshida, K. Hirota: Radiat. Phys. Chem., 79 (11) (2010) 1159-1164.
- [7]Collective energy loss of attosecond electron bunches, A. Ogata, T. Kondoh, K. Norizawa, J. Yang, Y. Yoshida, S. Kashiwagi, T. Kaneko: Nucl. Instrum. Method A, (2010) in press.
- [8]Relationship between Chemical Gradient and Line Edge Roughness of Chemically Amplified Extreme Ultraviolet Resist, T. Kozawa, H. Oizumi, T. Itani, and S. Tagawa, : Appl. Phys. Express, 3 (3) (2010) 036501.
- [9]Diffusion Control Using Matrix Change during Chemical Reaction for Inducing Anisotropic Diffusion in Chemically Amplified Resists, T. Kozawa, H. Oizumi, T. Itani, and S. Tagawa, : Jpn. J. Appl. Phys., 49 (3) (2010) 036506.
- [10]Relationship between Normalized Image Log Slope and Chemical Gradient in Chemically Amplified Extreme Ultraviolet Resists, T. Kozawa and S. Tagawa: Jpn. J. Appl. Phys, 49 (6) (2010) 06GF02.
- [11]Reconstruction of Latent Images from Dose-Pitch Matrices of Line Width and Edge Roughness of Chemically Amplified Resist for Extreme Ultraviolet Lithography, T. Kozawa, H. Oizumi, T. Itani, and S. Tagawa: Jpn. J. Appl. Phys., 49 (6) (2010) 066504.
- [12]Effect of Inhomogeneous Acid Distribution on Line Edge Roughness- Relationship to Line Edge Roughness Originating from Chemical Gradient, T. Kozawa, H. Yamamoto, and S. Tagawa: J. Photopolym. Sci. Technol., 23 (2010) 625–630.
- [13]Formation and Decay of Fluorobenzene Radical Anions Affected by Their Isomeric Structures and the Number of Fluorine Atoms, S. Higashino, A. Saeki, K. Okamoto, S. Tagawa, and T. Kozawa: J. Phys. Chem. A, 114 (2010) 8069–8074.
- [14]Radiation Chemistry of Fluoronaphthalene as a Candidate for Absorption Enhancement Component of Chemically Amplified Extreme Ultraviolet Resists, S. Ikeda, K. Okamoto, H. Yamamoto, A. Saeki, S. Tagawa, and T. Kozawa: Jpn. J. Appl. Phys., 49 (9) (2010) 096504.
- [15]Relationship between Line Edge Roughness and Fluctuation of Acid Concentration in Chemically Amplified Resist, T. Kozawa, H. Yamamoto, and S. Tagawa: Jpn. J. Appl. Phys., 49 (9) (2010) 096506.
- [16]Dynamics of Radical Cation of Poly(4-hydroxystyrene)-Based Chemically Amplified Resists for Extreme-Ultraviolet and Electron Beam Lithographies, K. Okamoto, M. Tanaka, T. Kozawa, and S. Tagawa: Jpn. J. Appl. Phys., 49 (10) (2010) 106501.

[17]Resist Parameter Extraction from Line-and-Space Patterns of Chemically Amplified Resist for Extreme Ultraviolet Lithography, T. Kozawa, H. Oizumi, T. Itani, and S. Tagawa: Jpn. J. Appl. Phys., 49 (11) (2010) 116505.

[18]Backexposure Effect in Chemically Amplified Resist Process upon Exposure to Extreme Ultraviolet Radiation, T. Kozawa, S. Tagawa, R. Ohnishi, T. Endo, and R. Sakamoto,: Jpn. J. Appl. Phys., 50 (1) (2011) 016504.

[19]Feasibility Study of Chemically Amplified Resists for Short Wavelength Extreme Ultraviolet Lithography, T. Kozawa and A. Erdmann: Appl. Phys. Express, 4 (2) (2011) 026501.

[20]Optimum Dissolution Point of Chemically Amplified Resists in Terms of Trade-Off Relationships between Resolution, Line Edge Roughness, and Sensitivity, T. Kozawa, H. Yamamoto, and S. Tagawa: Jpn. J. Appl. Phys., 50 (2) (2011) 026502.

[21]Thermalization Distance of Electrons Generated in Poly(4-hydroxystyrene) Film Containing Acid Generator upon Exposure to Extreme Ultraviolet Radiation, T. Kozawa and S. Tagawa,: Jpn. J. Appl. Phys., 50 (2011) in press.

[22]Relationship of Electron Diffusion Length to Line Edge Roughness in Chemically Amplified Extreme Ultraviolet Resists, T. Kozawa and S. Tagawa: Jpn. J. Appl. Phys., 50 (2011) in press.

国際会議

[1]Beam dynamics in femtosecond photocathode RF gun , K. Kan, J. Yang, T. Kondoh, K. Norizawa, A. Ogata, T. Kozawa, Y. Yoshida: The 1st International Particle Accelerator Conference, Kyoto, Japan/ May 23-28, 2010.

[2]Photocathode femtosecond beam applications: femtosecond pulse radiolysis and femtosecond electron diffraction , J. Yang, K. Kan, T. Kondoh, N. Naruse, Y. Murooka, K. Tanimura, Y. Yoshida, J. Urakawa: The 1st International Particle Accelerator Conference, Kyoto, Japan/ May 23-28, 2010.

[3]Femtosecond pulse radiolysis study in radiation chemistry using a photocathode rf gun linac , T. Kondoh, J. Yang, K. Norizawa, K. Kan, T. Kozawa, A. Ogata, Y. Yoshida: The 1st International Particle Accelerator Conference, Kyoto, Japan/ May 23-28, 2010.

[4]Femtosecond electron bunch generation using photocathode RF gun , K. Kan, J. Yang, T. Kondoh, K. Norizawa, A. Ogata, T. Kozawa, Y. Yoshida,: 25th International Linear Accelerator Conference, Tsukuba, Japan, September 12-17、 2010.

[5]Photocathode femtosecond electron linac and its applications , J. Yang, K. Kan, T. Kondoh, N. Naruse, Y. Murooka, K. Tanimura, Y. Yoshida, J. Urakawa: 25th International Linear Accelerator Conference, Tsukuba, Japan, September 12-17、 2010.

[6]Femtosecond electron bunch generation using photocathode RF gun , K. Kan, J. Yang, T. Kondoh, K. Norizawa, A. Ogata, T. Kozawa, Y. Yoshida: 32nd Free Electron Laser Conference, Malmo, Sweden, August 23-27,2010.

[7]Primary Process of Radiation Chemistry Studied by Femtosecond Pulse Radiolysis (invited), Y. Yoshida: 9th Meeting of the Ionizing Radiation and Polymers Symposium, 25-29 October 2010, Maryland, USA.

[8]Femtosecond pulse radiolysis study of geminate ion recombination with aromatic scavenger in n-dodecane , T. Kondoh, J. Yang, K. Norizawa, K. Kan, T. Kozawa, A. Ogata, S. Tagawa, Yoichi Yoshida:

9th Meeting of the Ionizing Radiation and Polymers Symposium, 25-29 October 2010, Maryland, USA.

[9]THz source using photocathode RF gun , K. Kan, J. Yang, T. Kondoh, K. Norizawa, A. Ogata, T. Kozawa, Y. Yoshida: 14th SANKEN International Symposium, Otsu, Japan, January 25-26, 80-81, 2011.

[10]Femtosecond pulseradiolysis study of geminate ion recombination in biphenyl-dodecane solution , T. Kondoh, J. Yang, K. Norizawa, K. Kan, T. Kozawa, A. Ogata, Y. Yoshida: 14th SANKEN International Symposium, Otsu, Japan, January 25-26, 80-81, 2011.

[11]Femtosecond pulse radiolysis study on geminate ion recombination in solute/solvent system of n-dodecane , T. Kondoh, J. Yang, K. Norizawa, K. Kan, T. Kozawa, A. Ogata, Y. Yoshida: 3rd Asia Pacific Symposium on Radiation Chemistry September 14-17, 2010, Lonavala, India.

[12]Quantum Beam-Induced Phenomena in Attosecond and Femtosecond Regions , Y. Yoshida, J. Yang, T. Kondoh, K. Norizawa, K. Kan, T. Kozawa, A. Ogata: 3rd Asia Pacific Symposium on Radiation Chemistry September 14-17, 2010, Lonavala, India.

[13]Pulse radiolysis study of pre-solvated and solvated electron in water , K. Norizawa, T. Kondoh, K. Kan, J. Yang, Y. Yoshida: 3rd Asia Pacific Symposium on Radiation Chemistry September 14-17, 2010, Lonavala, India.

[14]Decomposition of Halophenols in Room Temperature Ionic Liquids by Ionizing Radiation , A. Kimura, T. Kondoh, J. Yang, R. Nagaishi, Y. Yoshida, and M. Taguchi: 3rd Asia Pacific Symposium on Radiation Chemistry September 14-17, 2010, Lonavala, India.

[15]Pulse Radiolysis Studies of Mixed Ionic Liquids Containing Thiocyanate Ion , R. Nagaishi, N. Aoyagi, M. Taguchi, T. Kondoh, J. Yang, and Y. Yoshida,: 3rd Asia Pacific Symposium on Radiation Chemistry September 14-17, 2010, Lonavala, India.

[16]Ultrafast MeV electron diffraction using photocathode RF gun (invited), J. Yang: 2nd Joint Asian Accelerator Workshop on technologies and applications, Pohang, Korea, Nov. 29-30, 2010.

[17]Photocathode RF gun facilities at Osaka University (invited), J. Yang: China-Korea-Japan Joint Workshop on electron/photon sources and applications, Shanghai, China, Dec. 2-3, 2010.

[18]Radiation induced Nano Particle Formation in Mixture of Ionic Liquids and Water Solution , T. Kondoh, J. Yang, K. Norizawa, K. Kan, Y. Yoshida, R. Nagaishi, M. Taguchi, K. Takahashi, R. Katoh: International Conference on Core Research and Engineering Science of Advanced Materials, May 30-June 4, 2010, Osaka, JAPAN.

[19]Femtosecond electron beam dynamics at photocathode RF gun , K. Kan, J. Yang, T. Kondoh, K. Norizawa, T. Kozawa, A. Ogata: International Conference on Core Research and Engineering Science of Advanced Materials, May 30-June 4, 2010, Osaka, JAPAN.

[20]Primary Process of Radiation Chemistry Studied by Femtosecond Pulse Radiolysis , Y. Yoshida, J. Yang, T. Kozawa, T. Kondoh, K. Norizawa, K. Kan, A. Ogata: Gordon Research Conference on Radiation Chemistry, 18-23 July, 2010, Andover, New Hampshire, USA.

[21]Analysis of trade-off relationships in resist patterns delineated using SFET of Selete , T. Kozawa, H. Oizumi, T. Itani, and S. Tagawa: Proc. SPIE 7639 (2010) 76390B.

[22]Evaluation of hydroxyl derivatives for chemically amplified extreme ultraviolet resist , K. Furukawa, Y. Arai, H. Yamamoto, T. Kozawa, and S. Tagawa: Proc. SPIE 7639 (2010) 76391L.

[23]Dynamics of radical cation of poly(4-hydroxystyrene) generated in thin film upon exposure to electron beam , K. Natsuda, T. Kozawa, K. Okamoto, A. Saeki, and S. Tagawa: Proc. SPIE **7639** (2010) 76391K.

[24]Negative-tone chemically amplified molecular resist based on novel fullerene derivative for nanolithography , H. Yamamoto, T. Kozawa, S. Tagawa, T. Ando, K. Ohmori, M. Sato, and J. Onodera: Proc. SPIE **7639** (2010) 76390U.

[25]Femtosecond RF gun based MeV electron diffraction (invited), J. Yang, K. Kan, N. Naruse, Y. Murooka, Y. Yoshida, K. Tanimura: Particle Accelerator Conference 2011, 28 Mar. - 1Apr. 2011, New York, USA.

解説、総説

イオン液体中の電子の溶媒和過程とジェミネートイオン再結合, 近藤孝文、楊金峰、吉田陽一, 放射線化学, 日本放射線化学会, **91** (2011), 33-38.

フォトカソード RF 電子銃を用いた超高速秒時間分解 MeV 透過電子回折装置の開発, 成瀬延康、室岡義栄、楊 金峰、谷村克己, 加速器, 日本加速器学会, **7** (2011), 261-269.

【JJAP Invited Review】Radiation Chemistry in Chemically Amplified Resists, 古澤 孝弘、田川 精一, Jpn. J. Appl. Phys., 応用物理学会, **49** (2010), 030001.

【特集 未来社会を支える技術戦略】次世代リソグラフィ用レジスト材料の設計指針, 古澤 孝弘, 化学工業, 化学工業者, **61** (2010), 577-582.

【レーダー】半導体大量生産におけるナノ化学への挑戦, 古澤 孝弘, 化学と教育, 日本化学会, **58** (2010), 364-365.

【特集 次世代リソグラフィ, 注目の技術】EUV リソグラフィ用レジストの開発状況と将来展望, 古澤 孝弘, Optronics, Optronics, **348** (2010), 95-99.

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, Kyoto, Japan/ May 23-28, 2010 (組織委員)
古澤孝弘	23rd International Microprocesses and Nanotechnology Conference (実行委員)
古澤孝弘	23rd International Microprocesses and Nanotechnology Conference (論文委員)
古澤孝弘	2010 EUVL Symposium (実行委員)
古澤孝弘	2010 EUVL Workshop (実行委員)

国内学会

日本加速器学会	5 件
日本原子力学会	5 件
放射線化学討論会	7 件
高輝度・RF 電子銃研究会	2 件
高崎量子応用研究シンポジウム	1 件
日本化学会	2 件
核融合科学研究所 一般共同研究 研究・報告会	2 件
第 66 回日本物理学会	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	52,000
吉田 陽一	究	
基盤研究 (A)	フェムト秒時間分解電子顕微鏡の基礎研究	17,810
楊 金峰		
基盤研究 (A)	量子ビーム複合利用によるナノ空間反応および反応場の研	14,690

古澤 孝弘	究		
挑戦的萌芽研究	凝縮相における熱化電子の大きさの研究		1,000
古澤 孝弘			

その他の競争的研究資金

菅 晃一	先端拠点事業（高いエネルギー密度状態の科学）	32 nd International Free Electron Laser Conference への 参加及び研究課 題に関する打合 せ・情報収集	320
小方 厚	核融合科学研究所 一般共同研究	平成22年度 核 融合科学研究所 一般共同研究 研究・報告会に おける成果発表 と情報収集	25
菅 晃一	核融合科学研究所 一般共同研究	平成22年度 核 融合科学研究所 一般共同研究 研究・報告会に おける成果発表 と情報収集	25

ナノ構造・機能評価研究分野

原著論文

[1]Magnetic State in Iron Hydride Under Pressure Studied by X-ray Magnetic Circular Dichroism at the Fe K-edge, N. Ishimatsu, Y. Matsushima, H. Maruyama, T. Tsumuraya, T. Oguchi, N. Kawamura, M. Mizumaki, T. Matsuoka, K. Takemura: Mater. Res. Soc. Symp. Proc., 1262 (2010) W04-02/1-6.

[2]Angle-resolved photoemission observation of the superconducting-gap minimum and its relation to the nesting vector in the phonon-mediated superconductor YNi₂B₂C, T. Baba, T. Yokoya, S. Tsuda, T. Watanabe, M. Nohara, H. Takagi, T. Oguchi, S. Shin: Phys. Rev. B, 81 (2010) 180509/1-4.

[3]Spin-Polarized AM05 Functional for 3d-Transition Metals, M. Koder, T. Shishidou, T. Oguchi: J. Phys. Soc. Jpn., 79 (2010) 074713/1-4.

[4]Theoretical Investigation of the Crystal Structure and Electronic and Dielectric Properties of the Potential Multiferroic (C₂H₅NH₃)₂FeCl₄, P. Baettig, T. Oguchi: Jpn. J. Appl. Phys., 49 (2010) 080206/1-3.

- [5] Large out-of-plane spin polarization in a spin-splitting one-dimensional metallic surface state on Si(557)-Au, T. Okuda, K. Miyamaoto, Y. Takeichi, H. Miyahara, M. Ogawa, A. Harasawa, A. Kimura, I. Matsuda, A. Kakizaki, T. Shishidou, T. Oguchi: Phys. Rev. B, 82 (2010) 161410/1-4.
- [6] Evaluation of the coupling parameters of many-body interactions in Fe(110), X. Y. Cui, K. Shimada, Y. Sakisaka, H. Kato, M. Hoesch, T. Oguchi, Y. Aiura, H. Namatame, M. Taniguchi: Phys. Rev. B, 82 (2010) 195132/1-9.
- [7] Stress Formulation in the All-Electron Full-Potential Linearized Augmented Plane Wave Method, N. Nagasako, T. Oguchi: J. Phys. Soc. Jpn., 80 (2011) 024701/1-13.
- [8] Doping Variation of Optical Properties in ZrNCl Superconductors, T. Takano, Y. Kasahara, T. Oguchi, I. Hase, Y. Taguchi, Y. Iwasa: J. Phys. Soc. Jpn., 80 (2011) 023702/1-4.
- [9] Multiple phosphorous chemical sites in heavily phosphorous-doped diamond, H. Okazaki, R. Yoshida, T. Muro, T. Nakamura, T. Wakita, Y. Muraoka, M. Hirai, H. Kato, S. Yamasaki, Y. Takano, S. Ishii, T. Oguchi, T. Yokoya: Appl. Phys. Lett., 98 (2011) 082107/1-3.
- [10] Fermi Surface and Metallic Properties of Graphite at High Pressures, N. Nakae, J. Ishisada, K. Shirai, A. Yanase: J. Phys. Chem. Solids, 71 (2010) 418-422.
- [11] Theoretical Investigation on Synthesizing BC₅ Crystal, N. Nakae, J. Ishisada, H. Dekura, and K. Shirai: J. Phys.: Conf. Ser., 215 (2010) 012116-012122.
- [12] Metallicity of Boron Carbides at High Pressure, H. Dekura, K. Shirai and A. Yanase: J. Phys.: Conf. Ser., 215 (2010) 012117-012122.
- [13] Electronic Structures and Its Mechanical Properties of Boron and Boron-rich Crystals (Part I), K. Shirai: J. Superhard Materials, 32 (2010) 205-225.
- [14] Electronic Structures and Its Mechanical Properties of Boron and Boron-rich Crystals (Part II), : J. Superhard Materials, 32 (2010) 336 -345.
- [15] Raman Scattering and Isotopic Phonon Effects in Dodecaborides, : J. Phys.: Condens. Matter, 23 (2011) 065403-065428.
- [16] Bandstructure and Fermi Surfaces of CeRh₃B₂, K. Yamauchi, A. Yanase, H. Harima: J. Phys. Soc. Jpn., 79 (2010) 044717.
- [17] Magnetically induced ferroelectricity in Cu₂MnSnS₄ and Cu₂MnSnSe₄, T. Fukushima, K. Yamauchi, S. Picozzi: Phys. Rev. B, 82 (2010) 014102.
- [18] Interplay between Charge Order, Ferroelectricity, and Ferroelasticity: Tungsten Bronze Structures as a Playground for Multiferroicity, K. Yamauchi, S. Picozzi: Phys. Rev. Lett., 105 (2010) 107202.
- [19] Ab initio Investigations of Fe²⁺/Fe³⁺ Bond Dimerization and Ferroelectricity Induced by Intermediate Site/Bond-Centered Charge Ordering in Magnetite, T. Fukushima, K. Yamauchi, S. Picozzi: J. Phys. Soc. Jpn., 80 (2011) 014709.
- [20] Ferroelectricity due to Orbital Ordering in E-Type Undoped Rare-Earth Manganites, P. Barone, K. Yamauchi, S. Picozzi: Phys. Rev. Lett., 106 (2011) 077201.

国際会議

- [1] Peculiar electronic properties driven by broken inversion symmetry (invited), T. Oguchi: Psi-k Conference 2010, Germany, September 12-16, 2010.
- [2] Electron Theory of Surface Rashba Effect (invited), T. Oguchi: International Conference of Asian Union of Magnetism Societies, Korea, December 5-8, 2010.
- [3] First-Principles Study of Light-Element Complex Hydrides for Hydrogen Storage (oral), T. Oguchi: The 14th SANKEN International Symposium 2011 — Advanced Design toward Low-Carbon Science and Industry, Otsu, January 25-26, 2011.
- [4] Structural, Electronic and Magnetic Properties of Iron Hydride: A First-Principles Study (oral), T. Tsumuraya, T. Shishidou, T. Oguchi: Workshop on Computational Materials Science on Hydrogen Storage, Sendai, December 12-13, 2010.
- [5] First-Principles Study of Ammonia Borane and Alkali-Metal Amidoboranes for Hydrogen Storage (poster), H.B. Huang, T. Tsumuraya, T. Shishidou, T. Oguchi: MRS Fall Meeting, USA, November 29-December 3, 2010.
- [6] First-Principles Study of Ammonia Borane and Alkali-Metal Amidoboranes for Hydrogen Storage (oral), H.B. Huang, T. Tsumuraya, T. Shishidou, T. Oguchi: Workshop on Computational Materials Science on Hydrogen Storage, Sendai, December 12-13, 2010.
- [7] First-Principles Calculations of Cobalt Hydride (oral), Y. Matsuura, T. Shishidou, T. Oguchi: Workshop on Computational Materials Science on Hydrogen Storage, Sendai, December 12-13, 2010.
- [8] First-Principles Study of Nickel Hydrides (oral), T. Shishidou, T. Oguchi: Workshop on Computational Materials Science on Hydrogen Storage, Sendai, December 12-13, 2010.
- [9] First-Principles Study of Ammonia Borane and Alkali-Metal Amidoboranes for Hydrogen Storage (poster), H.B. Huang, T. Tsumuraya, T. Shishidou, T. Oguchi: The 14th SANKEN International Symposium 2011 — Advanced Design toward Low-Carbon Science and Industry, Otsu, January 25-26, 2011.
- [10] First-Principles Study of Cobalt Hydrides under Pressure (poster), Y. Matsuura, T. Shishidou, T. Oguchi: The 14th SANKEN International Symposium 2011 — Advanced Design toward Low-Carbon Science and Industry, Otsu, January 25-26, 2011.
- [11] First-principles study of noncentrosymmetric superconductors $\text{Li}_2\text{Pt}_3\text{B}$ and $\text{Li}_2\text{Pd}_3\text{B}$ (oral), T. Shishidou, T. Oguchi: APS March Meeting, USA, March 21-25, 2011.
- [12] First-principles calculation of Ca_2RuO_4 at high pressure (oral), N. Miyawaki, T. Shishidou, T. Oguchi: APS March Meeting, USA, March 21-25, 2012.
- [13] Structural Stability and Electronic Properties of Cobalt Hydrides (oral), Y. Matsuura, T. Shishidou, T. Oguchi: APS March Meeting, USA, March 21-25, 2013.
- [14] First-principles calculations for XAS of infinite-layer iron oxides (oral), M. Koderu, T. Shishidou, T. Oguchi: APS March Meeting, USA, March 21-25, 2014.
- [15] Dynamical Stability of α -boron Doped with Li (poster), H. Dekura, I. Hamada, A. Yanase, and K. Shirai: 13th International Conference Phonon in Condensed Matter PHONONS 2010, Aoruk 18-23m 2010 The National Taiwan University, Taiwan, China.
- [16] Superconductivity Research on Semiconducting Boron Solids (poster), K. Shirai, H. Dekura, and A.

Yanase: International Conference on Core Research and Engineering Science of Advanced Materials (Global COE Program) & Third International Conference on Nanospintronics Design and Realization, 3rd-ICNDR, May 30 to June 5, 2010 at Osaka University Convention Center.

[17]Metallic Properties of Graphite at High Pressures (poster), K. Shirai, N. Nakae, and A. Yanase: 30th International Conference on the Physics of Semiconductors ICPS 2010, July25-30,2010 COEX, Seoul, Korea.

[18]Beta NMR measurement of ^{58}Cu in Si (poster), M. Mihara, T. Izumikawa, H. Ueno, K. Matsuta, D. Nishimura, T. Nagatomo, T. Moriguchi, Y. Ito, D. Nagae, M. Fukuda, A. Yoshimi, K. Yamada, M. Takechi, Y. Ichikawa, S. Momota, Y. Hirayama, T. Ohtsubo, S. Suzuki, T. Kubo, Y. Namiki, A. Ozawa, Y. Ishibashi, H. Oishi, K. Suzuki, I. Hachiuma, K. Namihira, D. Horikawa, T. Minamisono, T. Yamaguchi, T. Kuboki, T. Suzuki, K. Sato, Y. Kobayashi, K. Asahi, K. Matsukawa, K. Shirai: 3rd Joint International Conference on Hyperfine Interactions and International Symposium on Nuclear Quadrupole Interactions, CERN, Switzerland September 14, 2010.

[19]Dynamics of Reorientation of Single Lattice Vacancy in Silicon (poster), K. Shirai and J. Ishisada: The 6th Forum on The Science and Technology of Silicon Materials, Okayama University 50th Anniversary Hall, November 16, 2010.

[20]Superconductivity Research on Semiconducting Boron (invited), K. Shirai and H. Dekura: 14th International Conference on High Pressure Semiconductor Physics High Pressure Semiconductor Physics HPSP14, August 1-4, 2010, Jilin University, Changchun, China.

[21]DFT+U study of charge-ordering driven multiferroicity (poster), K. Yamauchi, S. Picozzi: International Conference on Core Research and Engineering Science of Advanced Materials (Global COE Program) & Third International Conference on Nanospintronics Design and Realization, 3rd-ICNDR, May 30 to June 5, 2010 at Osaka University Convention Center.

[22]Exploring multiferroicity in charge-ordered iron-based compounds (oral), K. Yamauchi, S. Picozzi: Psi-k Conference 2010, Germany, September 12-16, 2010.

[23]First Principles Studies on Charge-Order Induced Ferroelectricity and Magnetoelectric Effects (invited), K. Yamauchi, S. Picozzi: The 3rd APCTP workshop on multiferroics RIKEN Workshop on Multiferroics and Cross-correlated Materials 17-19 January 2011, Waseda University, Tokyo, Japan.

著書

[1]現代の熱力学 “現代の熱力学”, 白井光雲, 共立出版, (1-309) 2011.

[2]レアメタル便覧 (足立 吟也), 白井 光雲, 丸善, 2011.

国際会議の組織委員、国際雑誌の編集委員

小口 多美夫 The 13th Asia Workshop on First-principles Electronic Structure Calculations (国際組織委員)

小口 多美夫 Journal of Physics: Condensed Matter (顧問委員)

白井 光雲 シリコンフォーラム (実行委員会)

国内学会

日本物理学会秋期大会 7 件
日本物理学会年次大会 7 件

科学研究費補助金

学術創成	物質新機能開発戦略としての精密固体化学：機能複合相関	単位：千円 13,248
小口 多美夫	物質の探索と新機能の探求	
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	1,200

白井 光雲 新学術領域研 究	第一原理系励起状態の多体論と高転移温度超伝導物質デザ イン	910
白井 光雲 受託研究		
小口 多美夫	(独)新エネルギー・産業 計算科学的手法に基づく水素吸 技術総合開発機構 蔵材料の特性評価とメカニズム 解明に関する研究	17,455
奨学寄附金		
白井 光雲	大阪大学大学教育実践センター	200

ナノ機能予測研究分野

原著論文

- [1]Magnetic State in Iron Hydride Under Pressure Studied by X-ray Magnetic Circular Dichroism at the Fe K-edge, N. Ishimatsu, Y. Matsushima, H. Maruyama, T. Tsumuraya, T. Oguchi, N. Kawamura, M. Mizumaki, T. Matsuoka, K. Takemura: Mater. Res. Soc. Symp. Proc., 1262 (2010) W04-02/1-6.
- [2]Angle-resolved photoemission observation of the superconducting-gap minimum and its relation to the nesting vector in the phonon-mediated superconductor YNi₂B₂C, T. Baba, T. Yokoya, S. Tsuda, T. Watanabe, M. Nohara, H. Takagi, T. Oguchi, S. Shin: Phys. Rev. B, 81 (2010) 180509/1-4.
- [3]Spin-Polarized AM05 Functional for 3d-Transition Metals, M. Koder, T. Shishidou, T. Oguchi: J. Phys. Soc. Jpn., 79 (2010) 074713/1-4.
- [4]Theoretical Investigation of the Crystal Structure and Electronic and Dielectric Properties of the Potential Multiferroic (C₂H₅NH₃)₂FeCl₄, P. Baettig, T. Oguchi: Jpn. J. Appl. Phys., 49 (2010) 080206/1-3.
- [5]Large out-of-plane spin polarization in a spin-splitting one-dimensional metallic surface state on Si(557)-Au, T. Okuda, K. Miyamaoto, Y. Takeichi, H. Miyahara, M. Ogawa, A. Harasawa, A. Kimura, I. Matsuda, A. Kakizaki, T. Shishidou, T. Oguchi: Phys. Rev. B, 82 (2010) 161410/1-4.
- [6]Evaluation of the coupling parameters of many-body interactions in Fe(110), X. Y. Cui, K. Shimada, Y. Sakisaka, H. Kato, M. Hoesch, T. Oguchi, Y. Aiura, H. Namatame, M. Taniguchi: Phys. Rev. B, 82 (2010) 195132/1-9.
- [7]Stress Formulation in the All-Electron Full-Potential Linearized Augmented Plane Wave Method, N. Nagasako, T. Oguchi: J. Phys. Soc. Jpn., 80 (2011) 024701/1-13.
- [8]Doping Variation of Optical Properties in ZrNCl Superconductors, T. Takano, Y. Kasahara, T. Oguchi, I. Hase, Y. Taguchi, Y. Iwasa: J. Phys. Soc. Jpn., 80 (2011) 023702/1-4.
- [9]Multiple phosphorous chemical sites in heavily phosphorous-doped diamond, H. Okazaki, R. Yoshida, T. Muro, T. Nakamura, T. Wakita, Y. Muraoka, M. Hirai, H. Kato, S. Yamasaki, Y. Takano, S. Ishii, T. Oguchi, T. Yokoya: Appl. Phys. Lett., 98 (2011) 082107/1-3.
- [10]Fermi Surface and Metallic Propertie of Graphite at Hith Pressures, N. Nakae, J. Ishisada, K. Shirai, A. Yanase: J. Phys. Chem. Solids, 71 (2010) 418-422.
- [11]Theoretical Investigation on Synthesizing BC₅ Crystal, N. Nakae, J. Ishisada, H. Dekura, and K. Shirai: J. Phys.: Conf. Ser., 215 (2010) 012116-012122.

- [12]Metallicity of Boron Carbides at High Pressure, H. Dekura, K. Shirai and A. Yanase: J. Phys.: Conf. Ser., 215 (2010) 012117-012122.
- [13]Electronic Structures and Its Mechanical Properties of Boron and Boron-rich Crystals (Part I), K. Shirai: J. Superhard Materials, 32 (2010) 205-225.
- [14]Electronic Structures and Its Mechanical Properties of Boron and Boron-rich Crystals (Part II), : J. Superhard Materials, 32 (2010) 336 -345.
- [15]Raman Scattering and Isotopic Phonon Effects in Dodecaborides, : J. Phys.: Condens. Matter, 23 (2011) 065403-065428.
- [16]Bandstructure and Fermi Surfaces of CeRh3B2, K. Yamauchi, A. Yanase, H. Harima: J. Phys. Soc. Jpn., 79 (2010) 044717.
- [17]Magnetically induced ferroelectricity in Cu2MnSnS4 and Cu2MnSnSe4, T. Fukushima, K. Yamauchi, S. Picozzi: Phys. Rev. B, 82 (2010) 014102.
- [18]Interplay between Charge Order, Ferroelectricity, and Ferroelasticity: Tungsten Bronze Structures as a Playground for Multiferroicity, K. Yamauchi, S. Picozzi: Phys. Rev. Lett., 105 (2010) 107202.
- [19]Ab initio Investigations of Fe2+/Fe3+ Bond Dimerization and Ferroelectricity Induced by Intermediate Site/Bond-Centered Charge Ordering in Magnetite, T. Fukushima, K. Yamauchi, S. Picozzi: J. Phys. Soc. Jpn., 80 (2011) 014709.
- [20]Ferroelectricity due to Orbital Ordering in E-Type Undoped Rare-Earth Manganites, P. Barone, K. Yamauchi, S. Picozzi: Phys. Rev. Lett., 106 (2011) 077201.

国際会議

- [1]Peculiar electronic properties driven by broken inversion symmetry (invited), T. Oguchi: Psi-k Conference 2010, Germany, September 12-16, 2010.
- [2]Electron Theory of Surface Rashba Effect (invited), T. Oguchi: International Conference of Asian Union of Magnetism Societies, Korea, December 5-8, 2010.
- [3]First-Principles Study of Light-Element Complex Hydrides for Hydrogen Storage (oral), T. Oguchi: The 14th SANKEN International Symposium 2011 — Advanced Design toward Low-Carbon Science and Industry, Otsu, January 25-26, 2011.
- [4]Structural, Electronic and Magnetic Properties of Iron Hydride: A First-Principles Study (oral), T. Tsumuraya, T. Shishidou, T. Oguchi: Workshop on Computational Materials Science on Hydrogen Storage, Sendai, December 12-13, 2010.
- [5]First-Principles Study of Ammonia Borane and Alkali-Metal Amidoboranes for Hydrogen Storage (poster), H.B. Huang, T. Tsumuraya, T. Shishidou, T. Oguchi: MRS Fall Meeting, USA, November 29-December 3, 2010.
- [6]First-Principles Study of Ammonia Borane and Alkali-Metal Amidoboranes for Hydrogen Storage (oral), H.B. Huang, T. Tsumuraya, T. Shishidou, T. Oguchi: Workshop on Computational Materials Science on Hydrogen Storage, Sendai, December 12-13, 2010.
- [7]First-Principles Calculations of Cobalt Hydride (oral), Y. Matsuura, T. Shishidou, T. Oguchi: Workshop on Computational Materials Science on Hydrogen Storage, Sendai, December 12-13, 2010.

- [8]First-Principles Study of Nickel Hydrides (oral), T. Shishidou, T. Oguchi: Workshop on Computational Materials Science on Hydrogen Storage, Sendai, December 12-13, 2010.
- [9]First-Principles Study of Ammonia Borane and Alkali-Metal Amidoboranes for Hydrogen Storage (poster), H.B. Huang, T. Tsumuraya, T. Shishidou, T. Oguchi: The 14th SANKEN International Symposium 2011 — Advanced Design toward Low-Carbon Science and Industry, Otsu, January 25-26, 2011.
- [10]First-Principles Study of Cobalt Hydrides under Pressure (poster), Y. Matsuura, T. Shishidou, T. Oguchi: The 14th SANKEN International Symposium 2011 — Advanced Design toward Low-Carbon Science and Industry, Otsu, January 25-26, 2011.
- [11]First-principles study of noncentrosymmetric superconductors Li₂Pt₃B and Li₂Pd₃B (oral), T. Shishidou, T. Oguchi: APS March Meeting, USA, March 21-25, 2011.
- [12]First-principles calculation of Ca₂RuO₄ at high pressure (oral), N. Miyawaki, T. Shishidou, T. Oguchi: APS March Meeting, USA, March 21-25, 2012.
- [13]Structural Stability and Electronic Properties of Cobalt Hydrides (oral), Y. Matsuura, T. Shishidou, T. Oguchi: APS March Meeting, USA, March 21-25, 2013.
- [14]First-principles calculations for XAS of infinite-layer iron oxides (oral), M. Koderu, T. Shishidou, T. Oguchi: APS March Meeting, USA, March 21-25, 2014.
- [15]Dynamical Stability of α -boron Doped with Li (poster), H. Dekura, I. Hamada, A. Yanase, and K. Shirai: 13th International Conference Phonon in Condensed Matter PHONONS 2010, Aoruk 18-23m 2010 The National Taiwan University, Taiwan, China.
- [16]Superconductivity Research on Semiconducting Boron Solids (poster), K. Shirai, H. Dekura, and A. Yanase: International Conference on Core Research and Engineering Science of Advanced Materials (Global COE Program) & Third International Conference on Nanospintronics Design and Realization, 3rd-ICNDR, May 30 to June 5, 2010 at Osaka University Convention Center.
- [17]Metallic Properties of Graphite at High Pressures (poster), K. Shirai, N. Nakae, and A. Yanase: 30th International Conference on the Physics of Semiconductors ICPS 2010, July 25-30, 2010 COEX, Seoul, Korea.
- [18]Beta NMR measurement of ⁵⁸Cu in Si (poster), M. Mihara, T. Izumikawa, H. Ueno, K. Matsuta, D. Nishimura, T. Nagatomo, T. Moriguchi, Y. Ito, D. Nagae, M. Fukuda, A. Yoshimi, K. Yamada, M. Takechi, Y. Ichikawa, S. Momota, Y. Hirayama, T. Ohtsubo, S. Suzuki, T. Kubo, Y. Namiki, A. Ozawa, Y. Ishibashi, H. Oishi, K. Suzuki, I. Hachiuma, K. Namihira, D. Horikawa, T. Minamisono, T. Yamaguchi, T. Kuboki, T. Suzuki, K. Sato, Y. Kobayashi, K. Asahi, K. Matsukawa, K. Shirai: 3rd Joint International Conference on Hyperfine Interactions and International Symposium on Nuclear Quadrupole Interactions, CERN, Switzerland September 14, 2010.
- [19]Dynamics of Reorientation of Single Lattice Vacancy in Silicon (poster), K. Shirai and J. Ishisada: The 6th Forum on The Science and Technology of Silicon Materials, Okayama University 50th Anniversary Hall, November 16, 2010.
- [20]Superconductivity Research on Semiconducting Boron (invited), K. Shirai and H. Dekura: 14th International Conference on High Pressure Semiconductor Physics High Pressure Semiconductor Physics HPSP14, August 1-4, 2010, Jilin University, Changchun, China.

[21]DFT+U study of charge-ordering driven multiferroicity (poster), K. Yamauchi, S. Picozzi: International Conference on Core Research and Engineering Science of Advanced Materials (Global COE Program) & Third International Conference on Nanospintronics Design and Realization, 3rd-ICNDR, May 30 to June 5, 2010 at Osaka University Convention Center.

[22]Exploring multiferroicity in charge-ordered iron-based compounds (oral), K. Yamauchi, S. Picozzi: Psi-k Conference 2010, Germany, September 12-16, 2010.

[23]First Principles Studies on Charge-Order Induced Ferroelectricity and Magnetoelectric Effects (invited), K. Yamauchi, S. Picozzi: The 3rd APCTP workshop on multiferroics RIKEN Workshop on Multiferroics and Cross-correlated Materials 17-19 January 2011, Waseda University, Tokyo, Japan.

著書

[1]現代の熱力学 “現代の熱力学”, 白井光雲, 共立出版, (1-309) 2011.

[2]レアメタル便覧 (足立 吟也), 白井 光雲, 丸善, 2011.

国際会議の組織委員、国際雑誌の編集委員

小口 多美夫 The 13th Asia Workshop on First-principles Electronic Structure Calculations (国際組織委員)

小口 多美夫 Journal of Physics: Condensed Matter (顧問委員)

白井 光雲 シリコンフォーラム (実行委員会)

国内学会

日本物理学会秋期大会 7 件

日本物理学会年次大会 7 件

科学研究費補助金

単位：千円

学術創成 物質新機能開発戦略としての精密固体化学：機能複合相関 13,248

小口 多美夫 物質の探索と新機能の探求

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 1,200

白井 光雲

新学術領域研究 第一原理系励起状態の多体論と高転移温度超伝導物質デザイン 910

白井 光雲

受託研究

小口 多美夫 (独)新エネルギー・産業 計算科学的手法に基づく水素吸 17,455

技術総合開発機構 蔵材料の特性評価とメカニズム 解明に関する研究

奨学寄附金

白井 光雲 大阪大学大学教育実践センター 200

ソフトナノマテリアル研究分野

原著論文

[1]Solution-processed n-type organic field-effect transistors based on electronegative oligothiophenes having fully oxo-substituted terthiophenes, Y. Ie, M. Nitani, H. Tada, Y. Aso: Org. Electron, 11 (11) (2010) 1740-1745.

[2]N-channel organic field-effect transistors containing carbonyl-bridged bithiazole derivative fabricated using polyfluorene derivatives as solution-processed buffer layers, H. Kajii, Y. Ie, M. Nitani, Y. Hirose, Y. Aso, Y. Ohmori: Org. Electron, 11 (12) (2010) 1886-1890.

[3]Synthesis of tripodal-anchor units having pyridine or amine functional groups and their adsorption behavior on metal electrodes, H. Hirose, Y. Ie, Y. Aso: Chem. Lett., 40 (2) (2011) 204-205.

[4]Convenient Synthesis of dibenzo[a,h]anthracenes and picones via C-H arylation of acetophenones with areneboronates, K. Kitazawa, T. Kochi, M. Nitani, Y. Ie, Y. Aso, F. Kakiuchi: Chem. Lett., 40 (3) (2011) 300-302.

[5]Nature of electron transport by pyridine-based tripodal anchors: potential for robust and conductive single-molecule junctions with gold electrodes, Y. Ie, T. Hirose, M. Kiguchi, N. Takagi, M. Kawai, H. Nakamura, Y. Aso, J. Am. Chem. Soc., 113 (9) (2011) 3014-3022.

[6]Branched polythiophene as a new amorphous semiconducting polymer for an organic field-effect transistor, M. Karakawa, Y. Ie, Y. Aso: Semicond. Sci. Technol, 26 (2011) 034004-1-9.

[7]Air-stable n-type organic field-effect transistors based on solution-processable, electronegative oligomers containing dicyanomethylene-substituted cyclopenta[b]thiophene, Y. Ie, K. Nishida, M. Karakawa, H. Tada, A. Asano, A. Saeki, S. Seki, Y. Aso: Chem. Eur. J, 17 (17) (2011) 4750-4758.

国際会議

[1]Dendritic Oligothiophenes Bearing Perylene Bis(dicarboximide) Groups as Active Materials for Photovoltaic Device , Y. Ie, T. Uto, A. Saeki, S. Seki, S. Tagawa, Y. Aso: 9th International Symposium on Functional p-Electron Systems (Fp9), Atlanta, USA, May 23-28, 2010.

[2]Air-stable N-Type Organic Field-Effect Transistors Based on Carbonyl Bridged Bithiazole Compound , Y. Ie, M. Nitani, M. Karakawa, Y. Aso: 9th International Symposium on Functional p-Electron Systems (Fp9), Atlanta, USA, May 23-28, 2010.

[3]Development of Oligomers Containing Carbonyl-bridged Bithiazole as Solution-Processible n-Type Organic Field-Effect Transistor Materials , M. Nitani, Y. Ie, Y. Aso: 9th International Symposium on Functional p-Electron Systems (Fp9), Atlanta, USA, May 23-28, 2010.

[4]Branched Oligothiophenes: Synthesis, Properties and Electronic Applications (invited), Y. Aso: International Conference on Science and Technology of Synthetic Metals 2010 (ICSM 2010), Kyoto, Japan, July 4-9, 2010.

[5]Synthesis, Properties, and n-Type Performances of π -Conjugated Systems Containing Carbonyl-Bridged Bithiazole , Y. Ie, M. Nitani, M. Karakawa, Y. Aso: International Conference on Science and Technology of Synthetic Metals 2010 (ICSM 2010), Kyoto, Japan, July 4-9, 2010.

[6]Twisted Polythiophenes as a New Organic Memory Materials , M. Karakawa, Y. Ie, Y. Aso: International Conference on Science and Technology of Synthetic Metals 2010 (ICSM 2010), Kyoto, Japan, July 4-9, 2010.

[7]Development of Electronegative π -Conjugated Systems towards n-Type Organic Field-effect Transistor Materials (oral), Y. Ie, Y. Aso: Pacificchem 2010, Hawaii, USA, December 14-22, 2010.

[8]Development of Conjugated Oligomers Based on Carbonyl-Bridged Bithiazole for Solution-processable n-Type OFET Materials , M. Nitani, Y. Ie, Y. Aso: Pacificchem 2010, Hawaii, USA, December 14-22, 2010.

[9]Synthesis, Properties, and OFET Performances of Conjugated Oligomers Having Bis(dicyanomethylene)difluorocyclopentene-annulated Thiophenes , K. Nishida, Y. Ie, Y. Aso: Pacificchem 2010, Hawaii, USA, December 14-22, 2010.

[10]Air-stable and Solution-processable FET Materials Based Electronegative Oligomers Having Dicyanomethylene Cyclopentene-annelated Thiophene , Y. Ie, K. Nishida, Y. Aso: The 14th SANKEN International Symposium 2011, Shiga, Japan, January 25-26, 2011.

[11]Synthesis and Properties of Twisted Polythiophenes for Organic Electronics Materials , M. Karakawa, Y. Ie, Y. Aso: The 14th SANKEN International Symposium 2011, Shiga, Japan, January 25-26, 2011.

[12]Electronegative pi-Conjugated Oligomers for n-Channel OFET Materials (invited), Y. Aso: Symposium on Organic and Polymer Electronics, Singapore, December 10, 2010.

解説、総説

有機・分子エレクトロニクスを見据えた新規 π 共役化合物開発, 家 裕隆、安蘇芳雄, 未来材料, 株式会社エヌ・ティ・エス, 10 (2010), 32-39.

著書

[1]プリンテッドエレクトロニクスに向けた有機半導体材料 (菅沼克昭)“プリンテッドエレクトロニクス技術最前線”, 家 裕隆、安蘇芳雄, シーエムシー出版, (51-56) 2010.

[2]機能性オリゴチオフェンの開発と有機電界効果トランジスタ材料への応用 (中條善樹)“ヘテロ元素の特性を活かした新機能材料”, 家 裕隆、安蘇芳雄, シーエムシー出版, (228-237) 2010.

特許

[1]「被覆型ヘテロ芳香環化合物」安蘇 芳雄、家 裕隆、韓 愛鴻, 特許第 4505568 号

[2]「縮環化合物、有機薄膜及び有機薄膜素子」家 裕隆、二谷真司、安蘇芳雄、上田将人, 特願 2010-169526

[3]「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、西田和史、安蘇芳雄、上田将人, 特願 2010-261465

[4]「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 2010-261575

[5]「アクセプター性を有する化合物、これを用いた有機薄膜及び有機薄膜素子」家 裕隆、櫻井隆裕、安蘇芳雄、上田将人, 特願 2011-032205

[6]「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、西田和史、安蘇芳雄、上田将人, 特願 2011-033737

[7]「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」家 裕隆、植田将司、安蘇芳雄、上田将人, 特願 2011-045515

[8]「重合体、この重合体を用いた有機薄膜及び有機薄膜素子」家 裕隆、黄 建明、辛川 誠、安蘇芳雄、上田将人, 特願 2011-046563

[9]「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」家 裕隆、植田将司、安蘇芳雄、上田将人, PCT-JP2011-054924

国際会議の組織委員、国際雑誌の編集委員

安蘇 芳雄 The Tenth International Conference on Heteroatom Chemistry (ICHAC-10) (組織委員)

国内学会

日本化学会春季年会

7 件

有機典型元素化学討論会	3 件
基礎有機化学討論会	3 件
応用物理学会	3 件
有機 π 電子シンポジウム	2 件
高分子学会	1 件
フッ素化学討論会	1 件

取得学位

博士 (工学)	単分子エレクトロニクスへの応用を指向した三脚型アンカーユニットの開発
廣瀬 智哉	と電極上に作製した単分子膜の評価に関する研究
修士 (工学)	メモリ及び光電変換素子への応用を指向したペンダント型ポリマー及び三次元構造分子の開発
櫻井 隆裕	ジシアノメチレン基を含むシクロペンテン縮環チオフェンの開発と有機電界効果トランジスタ材料への応用
修士 (工学)	西田 和史
学士 (工学)	単分子有機太陽電池を目指したフラレーン-オリゴチオフェン連結分子の開発
田中 一成	発

科学研究費補助金

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	単位 : 千円
安蘇 芳雄、辛川 誠		4,500
新学術領域研究	フラレーン代替を指向した 3 次元構造を特徴とする電子受容性材料の創製	1,400
家 裕隆		
受託研究	科学技術振興機構	有機薄膜系太陽電池に応用可能な n 型半導体材料の開発
家 裕隆	新エネルギー・産業技術総合開発機構	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
安蘇 芳雄、辛川 誠	(財) 大阪科学技術センター	有機薄膜太陽電池用新規 n 型半導体材料開発
		14,600
		3,700
		1,998

バイオナノテクノロジー研究分野

原著論文

[1]Molecule-Electrode Bonding Design for High Single-Molecule Conductance, K. Yokota, M. Taniguchi, M. Tsutsui and T. Kawai: J. Am. Chem. Soc., 132 (9) (2010) 17364-17365.

[2]Mechanically-controllable single molecule switch based on configuration specific electrical conductivity of metal-molecule-metal junctions, M. Taniguchi, M. Tsutsui, K. Yokota and T. Kawai: Chemical Science, 1 (2) (2010) 247-253.

[3]Identifying single nucleotides by tunnelling current, M. Tsutsui, M. Taniguchi, K. Yokota and T. Kawai: Nature Nanotechnology, 4 (4) (2010) 286-290.

[4]Nano-scale Resistivity Reduction in Single-Grain of Lead Phthalocyanine, Satomi Tabuchi, Yoichi Otsuka, Masaki Kanai, Hitoshi Tabata, Takuya Matsumoto, Tomoji Kawai: Organic Electronics, 11 (5) (2010) 916-924.

[5]AFM Nanopatterning of Transition Metal Oxide Thin Films, L. Pellegrino, I. Pallecchi, E. Bellingeri, G. Canu, A. S. Siri, D. Marré, Y. Yanagisawa, M. Ishikawa, T. Matsumoto, Hide. Tanaka, T. Kawai: J.

Nanosci. Nanotechnol., 10 (7) (2010) 4471-4476.

[6] Nanoparticle Arrangement by DNA-programmed Self-assembly for Catalyst Applications, Y. Maeda, T. Akita, M. Daté, A. Takagi, T. Matsumoto, T. Fujitani, M. Kohyama: J. Appl. Phys, 108 (9) (2010) 094326 (4pp).

[7] DNA Observation with Scanning Tunneling Microscope Using a Solution, Hiroshi Matsuura, Hitomi Hokonohara, Tomoe Sugita, Akihiko Takagi, Kohji Suzuki, Takuya Matsumoto, Tomoji Kawai: J. Appl. Phys, 109 (3) (2011) 034701(5pp).

[8] A proposal for a new porphine substitution motif aimed at advanced materials: introduction of 4-alkoxy-3,5-diisopropylphenyl groups on porphine, K. Yamashita, Y. Akita, M. S. Asano, H. Tanaka, T. Kawai and K. Sugiura: Journal of Porphyrins and Phthalocyanines, 14 (12) (2010) 1040.

国際会議

[1] Mechanically Controllable Configuration Single-Molecule Switch, M. Taniguchi: International Conference on Science and Technology of Synthetic Metals 2010 (ICSM 2010).

[2] DEVELOPMENT OF 3G DNA SEQUENCER USING GATING NANOPORE DEVICES, M. Taniguchi: 2ND JAPANESE-RUSSIAN YOUNG SCIENTISTS CONFERENCE ON NANO-MATERIALS AND NANO-TECHNOLOGY.

[3] Development of Gating Nanopores for Single-Molecule Electrical Sequencing, M. Taniguchi: International Symposium: Advanced Science and Technology for Single Molecular Analysis of DNA and Related Molecules (ISSMA 2011).

[4] Fabrication Method of Plastic Micropores for Artificial Lipid Bilayer Formation, Hiro. Tanaka: International Symposium: Advanced Science and Technology for Single Molecular Analysis of DNA and Related Molecules (ISSMA 2011).

[5] Stochastic resonance emerging on Coulomb blockade network induced by redox-active biomolecular arrays (invited), Takuya Matsumoto: The 6th International Symposium on Organic Molecular Electronics (ISOME2010).

[6] Noise-induced entrainment and stochastic resonance for a device based on cytochrome c and DNA nanonetwork (oral), T. Matsumoto, Y. Segawa, Y. Miyake, Y. Hirano, T. Kawai: 5th International Meeting on Molecular Electronics [ElecMol'10].

[7] Current Path Imaging of Soft Nanomaterials (poster), T. Matsumoto, Y. Otsukaa, H. Tanakab, T. Ogawab, R. Tsunashimac, T. Akutagawac, T. Nakamurac, T. Kawaia: 5th International Meeting on Molecular Electronics [ElecMol'10].

[8] Control of Network Formation of DNA Origami and λ -DNA: Emergent One-pot Processes Utilizing Binary Solvent (poster), T. Matsumoto, Y. Hirano, Y. Miyake, Y. Segawa, T. Kawai: 5th International Meeting on Molecular Electronics [ElecMol'10].

[9] Noise-induced entrainment and stochastic resonance based on the device of cytochrome c and lambda DNA binary system (oral), Y. Hirano; Y. Miyake; Y. Segawa; T. Matsumoto; T. Kawai: The 2010 International Chemical Congress of Pacific Basin Societies.

[10] Incorporation of gold nano particle into cytochrome c / DNA network for biomolecular device (poster), Y. Miyake; Y. Hirano; Y. Segawa; T. Matsumoto; T. Kawai: The 2010 International Chemical Congress of Pacific Basin Societies.

[11]Stochastic resonance emerging on coulomb blockade network induced on self-assembled redox-active biomolecular arrays (poster), T. Matsumoto; Y. Segawa; Y. Miyake; Y. Hirano; T. Kawai: The 2010 International Chemical Congress of Pacific Basin Societies.

[12]Noise-induced entrainment and stochastic resonance for a device based on cytochrome c and DNA nanonetwork (poster), T. Matsumoto; Y. Segawa; Y. Miyake; Y. Hirano; T. Kawai: International Symposium on Engineering Neo-Biomimetics II – Soft Nanomaterials and Soft Robotics.

[13]Noise-induced entrainment and stochastic resonance for a neuro-device based on cytochrome c and DNA nanonetwork (oral), T. Matsumoto, Yoshiaki Hirano, Y. Segawa, Y. Miyake, T. Kawai: Sixth international conference on Molecular Electronics and Bioelectronics (M&BE6).

[14]Molecule Recognition Imaging by Frequency Shift Detection in Liquid (oral), T. Matsumoto, T. Kawahara, T. Kawai: Pittcon 2011.

[15]Stochastic Resonance Emerging on Coulomb Blockade Network Induced on Self-Assembled Redox-Active Biomolecular Arrays (oral), T. Matsumoto, Y. Segawa, Y. Miyake, Y. Hirano, T. Kawai: 13th International Conference on Organized Molecular Films (LB13).

[16]Control of Network Formation of DNA Origami and l-DNA Utilizing (poster), T. Matsumoto, Y. Segawa, Y. Miyake, Y. Hirano, T. Kawai: 13th International Conference on Organized Molecular Films (LB13).

[17]Control of Network Formation of DNA Origami and l-DNA Utilizing Binary Solvent (poster), Y. Hirano, Y. Miyake, Y. Segawa, T. Matsumoto, T. Kawai: 13th International Conference on Organized Molecular Films (LB13).

[18]Sequencing of a single DNA molecule with a scanning tunnelling microscope (invited), H. Tanaka, T.Kawai: Functionalized Nanomaterials Conference, Santa Fe, New Mexico, USA, April 26-28, 2010.

[19]Real Time Observation of Kcsa Channel Gating with Mechanical Stimulus by AFM (poster), M. Kitta, M. Hirano, T. Yanagida, H. Tanaka, T. Ide, T. Kawai: the 13th International Conference on Non-Contact Atomic Force Microscopy. Kanazawa Japan, July 31- August 4, 2010.

[20]Real Time Observation of Kcsa Channel Gating with Mechanical Stimulus by AFM (oral), M. Kitta, M. Hirano, T. Yanagida, H. Tanaka, T. Ide, T. Kawai: 18th International Colloquium on Scanning Probe Microscopy, Atagawa, Shizuoka, Japan, 2010 Dec. 9-11.

特許

[1]「Probe apparatus for measuring an electron state on a sample surface」Takuya Matsumoto, Tomoji Kawai, US 7,874,202 B2

[2]「Peobe device and method of controlling the same」Takuya Matsumoto, Tomoji Kawai, US 2,503,957

国際会議の組織委員、国際雑誌の編集委員

松本卓也 International Symposium on Surface Science (ISSS-6) (プログラム/出版委員)
松本卓也 e-Journal of Surface Science and Nanotechnology (編集委員)
谷口 正輝 Japanese Journal of Applied Physics (編集委員)

国内学会

応用物理学会 9 件
その他 2 件

科学研究費補助金

新学術領域研究 ゲーティング固体ナノポアによる DNA シーケンシング 単位：千円 8,580

(研究課題提案
型)

谷口 正輝			
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		13,780
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		3,380
松本 卓也	反応の解析		
挑戦的萌芽研究	分子ニューラルネットワークによる確率共鳴デバイスの創		1,900
松本 卓也	成		
受託研究			
谷口 正輝	(独)科学技術振興機構	自己組織化配線法による超高集	5,460
		積分子デバイスの創製	
田中 裕行	(独)科学技術振興機構	単一分子DNAのナノポアシー	4,515
		クエンシング	
奨学寄附金			
谷口 正輝	(財)村田学術振興財団		1,700

その他の競争的研究資金

田中 裕行	川合最先端プロジェクトサポート若手研究	ゲーティング ナノ電極用グ ラフェンナノ ポアに関する 研究	1,000
-------	---------------------	--	-------

環境・エネルギーナノ応用分野

原著論文

[1]Spin-orbit coupling and anomalous angular-dependent magnetoresistance in the quantum transport regime of PbS, Kazuma Eto, A. Taskin, Kouji Segawa, and Yoichi Ando: Physical Review B, 81 (16) (2010) 161202/1-4.

[2]Zero-doping state and electron-hole asymmetry in an ambipolar cuprate, Kouji Segawa, M. Kofu, S-H. Lee, I. Tsukada, H. Hiraka, M. Fujita, S. Chang, K. Yamada, and Yoichi Ando: nature physics, 6 (8) (2010) 579-583.

[3]Oscillatory angular dependence of the magnetoresistance in a topological insulator Bi_{1-x}Sb_x, A. A.

Taskin, Kouji Segawa, and Yoichi Ando: Physical Review B, 82 (12) (2010) 121302/1-4.

[4]Large bulk resistivity and surface quantum oscillations in the topological insulator Bi₂Te₂Se, Zhi Ren, A. A. Taskin, Satoshi Sasaki, Kouji Segawa, and Yoichi Ando: Physical Review B, 82 (24) (2010) 241306/1-4.

[5]Bulk Superconducting Phase with a Full Energy Gap in the Doped Topological Insulator Cu_xBi₂Se₃, M. Kriener, Kouji Segawa, Zhi Ren, Satoshi Sasaki, and Yoichi Ando: Physical Review Letters, 106 (12) (2011) 127004/1-4.

[6]Doping Dependence of the (π , π) shadow band in La-based cuprates studied by angle-resolved photoemission spectroscopy, R-H. He, X J Zhou, M. Hashimoto, T. Yoshida, K. Tanaka, S-K. Mo, T. Sasagawa, N. Mannella, W. Meevasana, H. Yao, M. Fujita, T. Adachi, S. Komiya, S. Uchida, Y. Ando, F. Zhou, Z. X. Zhao, A. Fujimori, Y. Koike, K. Yamada, Z. Hussain and Z-X. Shen: New Journal of Physics, 13 (2011) 13031/1-14.

[7]Electronic structure of doped lanthanum cuprates studied with resonant inelastic e-ray scattering, D. S. Ellis, Jungho Kim, Harry Zhang, J. P. Hill, Genda Gu, Seiki Komiya, Yoichi Ando, D. Casa, T. Gog, and Young-June Kim: Physical Review B, 83 (7) (2011) 075120/1-9.

[8]Electron interactions and charge ordering in CuO₂ compounds, B. Muschler, W. Prestel, L. Tassini, R. Hackl, M. Lambacher, A. Erb, Seiki Komiya, Yoichi Ando, D. C. Peets, W. N. Hardy, R. Liang and D. A. Bonn: The European Physical Journal Special Topics, 188 (1) (2010) 131-152.

[9]Quantitative comparison of single- and two-particle properties in the cuprates, W. Prestel, F. Venturini, B. Muschler, I. Tutto, R. Hackl, M. Lambacher, A. Erb, Seiki Komiya, Shimpei Ono, Yoichi Ando, D. Inosov, V. B. Zabolotnyy and S. V. Borisenko: The European Physical Journal Special Topics, 188 (1) (2010) 163-171.

[10]Breakdown of the universal Josephson relation in spin-ordered cuprate superconductors, A. A. Schafgans, C. C. Homes, G. D. Gu, Seiki Komiya, Yoichi Ando, and D. N. Basov: Physical Review B, 82 (10) (2010) 100505/1-4.

[11]Direct Evidence for the Dirac-Cone Topological Surface States in the Ternary Chalcogenide TlBiSe₂, Takafumi Sato, Kouji Segawa, Hua Guo, Katsuaki Sugawara, Seigo Souma, Takashi Takahashi, and Yoichi Ando: , 105 (13) (2010) 136802/1-4.

[12]An Electron-boson glue function derived from electronic Raman scattering, B. Muschler, W. prestel, E. Schachinger, J. P. Carbotte, R. Hackl, Shimpei Ono, and Yoichi Ando: Journal of Physics: Condensed Matter, 22 (37) (2010) 375702/1-7.

[13]High-Temperature Optical Spectral Weight and Fermi-liquid Renormalization in Bi-Based Cuprate Superconductors, D. Nicoletti, O. Limag, P. Calvani, G. Rohringer, A. Toschi, G. Sangiovanni, M. Capone, K. Held, S. Ono, Yoichi Ando, and S. Lupi: Physical Review Letters, 105 (7) (2010) 077002/1-4.

[14]Stability of exfoliated Bi₂Sr₂Dy_xCa_{1-x}Cu₂O_{8+delta} studied by Raman microscopy, L. J. Sandilands, J. X. Shen, G. M. Chugunov, S. Y. F. Zhao, Shimpei Ono, Yoichi Ando, K. S. Burch: Physical Review B, 82 (6) (2010) 064503/1-5.

[15]Spin-polarized surface bands of a three-dimensional topological insulator studied by high-resolution spin- and angle-resolved photoemission spectroscopy, Akinori Nishide, Yasuo Takeichi, Taichi Okuda, Alexey A Taskin, Tory Hirahara, Kan Nakatsuji, Fumio Komori, Akito Kakizaki, Yoichi Ando, and Iwao Matusda: New Journal of Physics, 12 (2010) 065011/1-14.

[16]Chemical potential jump between the hole-doped and electron-doped sides of ambipolar high-Tc cuprate superconductors, M. Ikeda, M. Takizawa, T. Yoshida, A. Fujimori, Kouji Segawa, and Yoichi Ando: Physical Review B, 82 (2) (2010) 020503/1-4.

[17]Angular-dependent oscillations of the magnetoresistance in Bi₂Se₃ due to the three-dimensional bulk Fermi surface, Kazuma Eto, Zhi Ren, A. A. Taskin, Kouji Segawa, and Yoichi Ando: Physical Review B, 81 (19) (2010) 195309/1-5.

[18]Homogeneous Dispersion of Gallium Nitride Nanoparticles in a Boron Nitride Matrix by Nitridation with Urea, Takafumi Kusunose, Tohru Sekino, Ando Yoichi: Journal of Nanoscience and Nanotechnology, 10 (7) (2010) 4312-4316.

[19]Towards a Two-Dimensional Superconducting State of La_{2-x}Sr_xCuO₄ in a Moderate External Magnetic Field, A. A. Schafgans, A. D. LaForge, S. V. Dordevic, M. M. Qazilbash, W. J. Padilla, K. S. Burch, Z. Q. Li, Seiki Komiya, Yoichi Ando, and D. N. Basov: Physical Review Letters, 104 (15) (2010) 157002/1-4.

国際会議

[1]Unusual Quantum Magnetotransport in a Topological Insulator Bi_{1-x}Sb_x (invited), : The 19th International Conference on the Application of High Magnetic Fields in Semiconductor Physics and Nanotechnology (HMF19), Fukuoka convention center.

[2]Novel transport properties of Bi-Sb and other topological insulators (invited), : Workshop on Topological Insulators & Superconductors, Princeton University.

[3]Materials Studies of Topological Insulators and Superconductors (invited), : International Meeting on High-Accuracy, Hierarchical and Many-Body Schemes for Materials Simulations, Faculty of Engineering the University of Tokyo.

[4]Magnetotransport studies of new topological insulators: Bi₂Te₂Se and others (invited), : APS March Meeting 2011, Dallas.

[5]Magneto-Optics in the search for the topological insulating state (oral), : APS March Meeting 2011, Dallas.

解説、総説

トポロジカル絶縁体の実験研究, 安藤 陽一, 固体物理, 株式会社 アグネ技術センター, 45[11] (2010), 103-116.

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) (co-editor)

国内学会

京都大学基礎物理学研究セミナー

1 件

日本物理学会

12 件

日本放射光学会

1 件

取得学位

修士 (工学) トポロジカル絶縁体におけるスピン偏極電流観測法の開発

濱 大祐

修士 (工学) タリウム系トポロジカル絶縁体単結晶の作製及び物性測定

南 達哉

科学研究費補助金

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
安藤 陽一

単位：千円

24,830

最先端・次世代 研究開発支援プ ログラム 安藤 陽一	トポロジカル絶縁体による革新的デバイスの創出	4,755
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 4,484

ナノ知能システム分野

原著論文

[1]A new particle filter for high-dimensional state-space models based on intensive and extensive proposal distribution, V. P. Nguyen, T. Washio, T. Higuchi: International Journal of Knowledge Engineering and Soft Data Paradigms, 2 (4) (2010) 284-311.

[2]GTRACE: Mining Frequent Subsequences from Graph Sequences., A. Inokuchi, T. Washio: IEICE Transactions, 93-D (10) (2010) 2792-2804.

国際会議

[1]Mining Frequent Graph Sequence Patterns Induced by Vertices, *A. Inokuchi, T. Washio: SIAM Data Mining Conference 2010 (SDM2010) , Columbus, America, April 29-May 1, 2010, (2010) 466-477.

[2]GTRACE2: Improving Performance Using Labeled Union Graphs, *A. Inokuchi, T. Washio: The 14th Pacific-Asia Conference on Knowledge Discovery and Data Mining (PAKDD2010), Hyderabad, India, June 21-24, 2010, 2 (LNAI6119) (2010) 178-188.

[3]Estimation of Exposure Time and Purchase Probability for Supermarket Categories from RFID data (oral), *K. Takai, T. Washio, K. Yada, R. Kohli: 34th Annual Conference of the German Classification Society (GfKl), Larlsruhe, Germany, July 21-23, 2010.

[4]Discovery of exogenous variables in data with more variables than observations (oral), *Y. Sogawa, S. Shimizu, A. Hyvarinen, T. Washio, T. Shimamura, S. Imoto: 20th International Conference on Artificial Neural Networks (ICANN2010), Thessaloniki, Greece, September 15-18, 2010.

[5]An experimental comparison of linear non-Gaussian causal discovery methods and their variants (oral), *Y. Sogawa, S. Shimizu, Y. Kawahara, T. Washio: 2010 IEEE World Congress on Computational Intelligence (WCCI2010), Barcelona, Spain, July 18-23, 2010.

[6]Graph Classification Based on Optimizing Graph Spectra (oral), *V. Nguyen, A. Inokuchi, T. Washio: The 13th International Conference on Discovery Science, Canberra, Australia, October 6-8, 2010.

解説、総説

変数間因果関係に関するリレーショナルデータマイニングへの取り組み, 鷲尾隆, 電子情報通信学会技術研究報告, 電子情報通信学会, 1 (2011), 5-5.

国際会議の組織委員、国際雑誌の編集委員

鷲尾 隆	SIAM Conference on Data Mining (SDM2011) (プログラム委員長)
鷲尾 隆	The 10th IEEE International Conference on Data Mining (ICDM2010) (プログラム委員)
鷲尾 隆	International Journal of Knowledge and Web Intelligence (IJKWI) (編集委員)
鷲尾 隆	27th International Conference on Machine Learning (ICML10) (プログラム委員)
鷲尾 隆	11th Pacific Rim International Conference on Artificial Intelligence (PRICAI 2010)

	(特別セッション議長)	
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	Journal of Data Mining and Knowledge Discovery (DMKD) (編集委員)	
鷺尾 隆	Asian Conference on Machine Learning (ACML) (運営委員)	
鷺尾 隆	Pacific-Asia Conference on Knowledge Discovery and Data Mining, Future Conference (PAKDD) (運営委員)	
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	Special Section on Data Mining and Statistical Science, IEICE Transactions on Information and Systems, Special Section on Data Mining and Statistical Science (編集委員)	
猪口 明博	2010 IADIS European Conference on Data Mining (プログラム委員)	
猪口 明博	2010 Asian Conference on Machine Learning (プログラム委員)	
猪口 明博	2011 International Workshop on Data-Mining and Statistical Science (プログラム委員)	
猪口 明博	2011 Pacific-Asia Conference on Knowledge Discovery and Data Mining (プログラム委員)	
猪口 明博	2011 SIAM International Conference on Data Mining (プログラム委員)	
猪口 明博	2011 IADIS European Conference on Data Mining (プログラム委員)	
猪口 明博	2011 Joint workshop of International Workshop on Data Oriented Constructive Mining and Multi-Agent Simulation and International Workshop on Massively Multi-Agent Systems: Models, Methods, and Tools (プログラム委員)	
猪口 明博	2012 International Conference on Pattern Recognition Applications and Methods (プログラム委員)	
猪口 明博	2012 International Conference on Social Eco-Informatics (プログラム委員)	
猪口 明博	International Journal of Applied Evolutionary Computation (編集査読委員)	
国内学会		
電子情報通信学会 情報論的学習理論と機械学習研究会		1 件
人工知能学会 全国大会		2 件
日本生体医工学会大会		1 件
データ工学と情報マネジメントに関するフォーラム		1 件
2010 年度統計関連学会連合大会		2 件
取得学位		
学士 (工学)	定常時系列データの非ガウス性を用いた ARMA モデルによる因果解析	
田代 竜也		
学士 (工学)	単一グラフ系列からの頻出パターン列挙に関する研究	
山岡 歩		
科学研究費補助金		
		単位：千円
基盤研究 (B)	超高次元データに関する統計的推定原理確立と大規模データマイニングへの適用	5,850
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	1,700
鷺尾 隆		
若手研究 (A)	表構造の異なる複数の時区間履歴データからの時系列分析	4,550
猪口 明博	多次元データベースの構築手法	
受託研究		
猪口 明博	(独) 科学技術振興機構 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	18,070

阪大複合機能ナノファウンダリ

原著論文

- [1]Study on EB/UV Nanoimprint Lithography Using Nano / Micro-fabricated Crosslinked PTFE Mold, T. Takahashi, Y. Takasawa, T. Gowa, S. Okubo, T. Sasaki, T. Miura, A. Oshima, S. Tagawa, M. Washio: J. Photopolym. Sci. Tech., 23 (2010) 69-74.
- [2]Study on Synchrotron Radiation Induced Photo Etching of Perfluorinated Polymers by K-edge Absorption of F-atom, A. Oshima, H. Nagai, T. Hyuga, N. Miyoshi, T. Urakawa, K. Murata, T. Katoh, E. Katoh, M. Washio: J. Photopolym. Sci. Tech., 23 (2010) 381-386.
- [3]Study on functionally gradient proton exchange membrane fabricated by EB irradiation with heterogeneous energy deposition, H. Fujita, F. Shiraki, T. Yoshikawa, A. Oshima, M. Washio: J. Photopolym. Sci. Tech., 23 (2010) 387-392.
- [4]Microfabrication of Biodegradable Polymers using Focused Ion Beam, S. Okubo, T. Takahashi, Y. Takasawa, T. Gowa, T. Sasaki, N. Nagasawa, M. Tamada, A. Oshima, S. Tagawa, M. Washio: J. Photopolym. Sci. Tech., 23 (2010) 393-398.
- [5]Ion Beam Irradiation Effects on Resist Materials, T. Gowa, T. Takahashi, T. Oka, T. Murakami, A. Oshima, S. Tagawa, M. Washio: J. Photopolym. Sci. Tech., 23 (2010) 399-404.
- [6]Micro- and Nano-Scale Fabrication of Fluorinated Polymers by Direct Etching Using Focused Ion Beam, N. Fukutake, N. Miyoshi, Y. Takasawa, T. Urakawa, T. Gowa, K. Okamoto, A. Oshima, S. Tagawa, M. Washio: Jpn. J. App. Phys., 49 (2010) 065201-1-5.
- [7]Appearance of a correlation between the Hall coefficient and resistivity upon dihydrogenation of yttrium, M. Sakai, D. Kodama, S. Ito, M. Ito, O. Nakamura, S. Hasegawa, A. Kitajima, A. Oshima: J. Appl. Phys., 108 (2010) 083719-1-7.
- [8]Fabrication of PEFC Membrane based on Perfluorinated Polymer Using Quantum Beam Induced Grafting Technique, A. Oshima, Y. Sato, F. Shiraki, N. Mitani, K. Fujii, Y. Oshima, H. Fujita, M. Washio: Radiat. Phys. Chem., 80 (2011) 164-168.
- [9]Surface Modification of Polymeric Materials Using Ultra Low Energy Electron Beam Irradiation, A. Oshima, F. Shiraki, H. Fujita, M. Washio: Radiat. Phys. Chem., 80 (2011) 196-200.
- [10]The Effect of Water Uptake Gradient in Membrane Electrode Assembly on Fuel Cell Performance, H. Fujita, F. Shiraki, Y. Oshima, T. Tatsumi, T. Yoshikawa, T. Sasaki, A. Oshima, M. Washio: Radiat. Phys. Chem., 80 (2011) 201-206.
- [11]Nano and Micro Fabrication of Perfluorinated Polymers Using Quantum Beam Technology, N. Miyoshi, A. Oshima, T. Urakawa, N. Fukutake, H. Nagai, T. Gowa, Y. Takasawa, T. Takahashi, Y. Numata, T. Katoh, E. Katoh, S. Tagawa, M. Washio: Radiat. Phys. Chem., 80 (2011) 230-235.
- [12]Study on Resist Sensitivities for Nano-scale Imaging Using Water Window X-ray Microscopy, T. Gowa, T. Takahashi, A. Oshima, S. Tagawa, M. Washio: Radiat. Phys. Chem., 80 (2011) 248-252.
- [13]Change of Surface Morphology for polytetrafluoroethylene by Reactive Ion Etching, T. Takahashi, Y. Hirano, Y. Takasawa, T. Gowa, N. Fukutake, A. Oshima, S. Tagawa, M. Washio: Radiat. Phys. Chem., 80 (2011) 253-256.
- [14]Study on Depth Profile of Heavy Ion Irradiation Effects in Poly(tetrafluoroethylene-co-ethylene), T. Gowa, T. Shiotsu, T. Urakawa, T. Oka, T. Murakami, A. Oshima, Y. Hama, M. Washio: Radiat. Phys. Chem., 80 (2011) 264-267.

[15]Changes to the chemical structure of isotactic-polypropylene induced by ion-beam irradiation, T. Oka, A. Oshima, R. Motohashi, N. Seto, Y. Watanabe, R. Kobayashi, K. Saito, H. Kudo, T. Murakami, M. Washio, Y. Hama: Radiat. Phys. Chem., 80 (2011) 278-280.

国際会議

[1]The Observation of Metal Film Surface with Different Processes by AFM (poster), A. Kitajima, K. Higuchi: The Joint Annual Symposium of the Vacuum Society of Japan and the Surface Science Society of Japan (SVSS'10) 30th Annual Symposium of the Surface Science Society of Japan / 51th Annual Symposium of the Vacuum Society of Japan.

[2]Generation of spin current using zero-Hall effect (oral), M. Sakai, O. Nakamura, S. Hasegawa, A. Kitajima, A. Oshima: The Joint Annual Symposium of the Vacuum Society of Japan and the Surface Science Society of Japan (SVSS'10) 30th Annual Symposium of the Surface Science Society of Japan / 52th Annual Symposium of the Vacuum Society of Japan.

[3]The Metallic Film Characterized with Reflective Photo Detector (poster), A. Kitajima, K. Higuchi, M. Kasihwakura, N. Yanamori, A. Oshima, K. Taguchi, T. Harima, S. Nittab, Y. Sawamura, T. Kishida: ElecMol'10(6th International Meeting on Molecular Electronics).

[4]Nano-Scale fabrication of Perfluorinated Polymers using Focused Ion Beams (oral), A. Oshima, T. Takahashi, S. Okubo, N. Fukutake, Y. Takasawa, T. Gowa, M. Washio, S. Tagawa: The 2010 International Chemical Congress of Pacific Basin Societies (Pacifichem 2010).

[5]Fabrication of functionally gradient PEM using heavy ion beams grafting (oral), M. Washio, F. Shiraki, Y. Oshima, Y. Takasawa, H. Fujita, T. Gowa, H. Kudo, T. Oka, Y. Hama, T. Murakami, A. Oshima: The 2010 International Chemical Congress of Pacific Basin Societies (Pacifichem 2011).

[6]Post-irradiation effects on the chemical structure of the ion-beam irradiated isotactic-polypropylene (poster), T. Oka, A. Oshima, H. Kudo, T. Murakami, M. Washio, Y. Hama: The 2010 International Chemical Congress of Pacific Basin Societies (Pacifichem 2012).

[7]Study on Membrane Electrode Assemblies with Functionally Gradient IEC (poster), T. Yoshikawa, F. Shiraki, H. Fujita, A. Oshima, M. Washio: The 2010 International Chemical Congress of Pacific Basin Societies (Pacifichem 2013).

[8]Study on Reduction of Metal Ions in Functionalized Fluorinated-Polymers by Means of Plasma Exposure (poster), H. TSUBOKURA, T. TAKAHASHI, H. FUJITA, T. G. Oyama, H. Yamamoto, A. Oshima, S. Tagawa, M. Washio: The 2010 International Chemical Congress of Pacific Basin Societies (Pacifichem 2014).

[9]Oxidative Degradation Property of Proton Exchange Membranes based on Fluorinated Polymer prepared by Radiation-Induced Grafting (oral), A. Oshima, N. Mitani, K. Fujii, Y. Sato, M. Washio: The 2010 International Chemical Congress of Pacific Basin Societies (Pacifichem 2015).

[10]Micro-fabrication of Poly(L-lactic acid) Using Focused Ion Beams (poster), S. Okubo, T. Takahashi, T. G. Oyama, N. Nagasawa, M. Taguchi, A. Oshima, S. Tagawa, M. Washio: 9th Meeting of the Ionizing Radiation and Polymers.

[11]Evaluation of the Durability of Crosslinked PTFE Mold for EB- / UV-Nanoimprint Lithography (poster), T. Takahashi, S. Okubo, T. G. Oyama, T. Miura, A. Oshima, S. Tagawa, M. Washio: 9th Meeting of the Ionizing Radiation and Polymers.

[12]Nano-/Micro-Fabrication of Polymeric Materials using Focused Ion Beams (invited), M. Washio, S. Okubo, T. Takahashi, H. Tsubokura, T. G. Oyama, A. Oshima, S. Tagawa: 9th Meeting of the Ionizing

Radiation and Polymers.

[13]XPS Study on Chemical Structure of PTFE after Ar⁺ exposure (poster), T. Tatsumi, H. Tsubokura, H. Yamamoto, M. Ito, T. G. Oyama, A. Oshima, S. Tagawa, M. Washio: 9th Meeting of the Ionizing Radiation and Polymers.

[14]Study on functionally gradient proton exchange membrane fabricated by ultra low energy EB irradiation (poster), H. Fujita, T. Yoshikawa, T. Tatsumi, F. Shiraki, A. Oshima, M. Washio: 3rd Asia Pacific Symposium on Radiation Chemistry and DAE-BRNS 10th Biennial Trombay symposium on Radiation and Photochemistry.

[15]Study on EB-/UV-Nanoimprint Lithography Using Nano-/Micro-fabricated Crosslinked PTFE Mold (oral), T. Takahashi, Y. Takasawa, T. Gowa, S. Okubo, T. Miura, A. Oshima, S. Tagawa, M. Washio: 27th International Conference of Photopolymer Science and Technology (ICPST-27).

特許

[1]「高分子材料の微細構造形成方法、微細構造体」長澤尚胤、大島明博、田川精一、鷺尾方一、大久保聡、玉田正男、特願 2010-053172

国内学会

応用物理学会	5 件
日本化学工学会	1 件
日本放射線化学会	3 件
日本化学会	4 件
日本アイソトープ協会	2 件
電気化学会 電池技術委員会	1 件

科学研究費補助金

若手研究(A)	量子ビームを用いた高アスペクトマルチナノアレイエレクトロッドの作製	単位：千円
大島 明博		11,310

共同研究

ナノ機能材料デバイス研究分野

単位：千円

田中 秀和	株式会社ナチュラテク ノロジー	薄膜デバイス作製のためのスパッタプロセスの開発	350
-------	--------------------	-------------------------	-----

ナノ極限ファブリケーション分野

吉田 陽一	日本原子力研究開発機構 永石隆二	パルスラジオリシス法を用いた機能性反応場での過渡現象に関する研究	0
吉田 陽一	日本原子力研究開発機構 田口光正	シンチレータを用いた重イオンパルスラジオリシスによる有機物分解初期過程の研究	0
古澤 孝弘	(株)半導体先端テクノロジーズ	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
古澤 孝弘		EUV 光照射によるレジスト下層膜の特性と吸収係数測定法の研究	1,000

ナノ機能予測研究分野

白井 光雲	富士通研究所	無機物熱電変換材料物性の計算推定	1,000
-------	--------	------------------	-------

ソフトナノマテリアル研究分野

安蘇 芳雄、家裕隆	住友化学株式会社	有機エレクトロニクス材料の開発	1,012
安蘇 芳雄、家裕隆、辛川 誠	ダイキン工業株式会社	有機薄膜太陽電池用有機半導体の開発	2,750

バイオナノテクノロジー研究分野

松本 卓也	兵庫県立大学	トランスファーナノプリンティングのナノ電極応用	
松本 卓也	九州大学	クーロンブロッケードネットワークの電気物性に関する研究	
松本 卓也	北海道大学	クーロンブロッケードネットワークの単電子回路特性に関する研究	
松本 卓也	北海道大学	ナノテスターを用いた分子ナノ構造の電気特性	
松本 卓也	大阪大学	有機ナノデバイスの確率共鳴に関する研究	
松本 卓也	大阪大学	有機伝導体に関するクーロンブロッケード特性に関する研究	
松本 卓也	産業技術総合研究所	有機超薄膜の X 線光電子分光に関する研究	
松本 卓也	産業技術総合研究所	電子移動タンパク質に関するスラブ光導波路分光	
松本 卓也	理化学研究所	ムチンを用いたナノ構造構築に関する研究	

外国人・国内客員教員

平成21年度予定 4月 5 6 7 8 9 10 11 12 1 2 3 4

ナノテクノロジー
産業応用分野 Lee, Chil Woo 5/7～6/6 金 成植 7/1～8/10 Daivd G. Whitten 9/7～10/8 Duck Kyun Choi 10/13～H.22.1/13

ナノデバイス
評価診断分野 Md. Altab Hossain 6/1～7/31 ABDEL-MOLA Mohamed Almokhtar 10/1～H.22.1/5

客員教授

客員准教授 酒井 政道 7/1～9/30 金澤 靖 10/1～12/28 中川原 修 H.22.1/1～3/31

国外 1) Lee, Chil Woo 【韓国・Chonnam National University】〔客員教授〕（窓口：八木教授）…… 5/7～6/6
2) Md. Altab Hossain 【バングラディッシュ・University of Rajshahi】〔客員研究員〕（窓口：八木教授）…… 6/1～7/31
3) Duck Kyun Choi 【韓国・Hanyang University】〔客員教授〕（窓口：小林教授）…… 10/13～H22.1/13
4) ABDEL-MOLA Mohamed Almohtar 【エジプト・アシュート大学】〔客員准教授〕（窓口：朝日教授）…… 10/1～H22.1/5
5) 金 成植 【韓国・チョンブン国立大学】〔客員教授〕（窓口：真嶋教授）…… 7/1～8/10
6) David G. Whitten 【アメリカ・ニューメキシコ大学】〔客員教授〕（窓口：真嶋教授）…… 9/7～10/8

国内 1) 酒井 政道 【埼玉大学】〔客員准教授〕（窓口：朝日教授）…… 7/1～9/30
2) 金澤 靖 【豊橋技術科学大学】〔客員准教授〕（窓口：八木教授）…… 10/1～12/28
3) 中川原 修 【株式会社製作所】〔客員准教授〕（窓口：田中教授）…… H22.1/1～3/31

平成22年度予定 4月 5 6 7 8 9 10 11 12 1 2 3 4

ナノテクノロジー
産業応用分野 Guarino Nicola 4/8～5/7 Sylvain Jugé 5/10～6/11 金 成植 6/21～8/20 ABDEL-MOLA Mohamed Almokhtar 10/1～H.23.3/31

ナノデバイス
評価・診断分野 Stefano Borgo 6/1～6/30 Michael Boersh 7/30～8/30 Emil Pincik 9/1～10/29 金 成植 12/20～H.23.2/21

ナノシステム設計分野
客員教授 秋永 広幸 10/1～12/31 小林 仁/垣内 史敏 H.23.1/1～3/31

ナノシステム設計分野
客員准教授 上田 茂典 4/1～6/30 金澤 靖 7/1～9/30 酒井 政道 10/1～12/31

国外 1) 金 成植 【韓国・チョンブン国立大学】〔客員教授〕（窓口：真嶋教授）…… 6/21～8/20
2) Guarino Nicola 【イタリア・Cognitive Sciences and Technologies】〔客員教授〕（窓口：溝口教授）…… 4/8～5/7
3) Sylvain Jugé 【フランス・ブルゴーニュ大学】〔客員教授〕（窓口：笹井教授）…… 5/10～6/11
4) Michael Boersh 【ドイツ・シュツットガルト大学】〔客員准教授〕（窓口：野地教授）…… 7/30～8/30
5) Emil Pincik 【スロバキア・科学アカデミー】〔客員教授〕（窓口：小林教授）…… 9/1～10/29
6) Stefano Borgo 【イタリア・Cognitive Sciences and Technologies】〔客員教授〕（窓口：溝口教授）…… 6/1～6/30
7) ABDEL-MOLA Mohamed Almokhtar 【エジプト・アシュート大学】〔客員准教授〕（窓口：朝日教授）…… 10/1～H.23.3/31
8) 金 成植 【韓国・チョンブン国立大学】〔客員教授〕（窓口：真嶋教授）…… 12/20～H.23.2/21

国内 1) 秋永 広幸 【産業技術総合研究所】〔客員教授〕（窓口：田中教授）…… 10/1～12/31
2) 上田 茂典 【物質・材料研究機構（量子ビームセンター）】〔客員准教授〕（窓口：田中教授）…… 4/1～6/30
3) 金澤 靖 【豊橋技術科学大学】〔客員准教授〕（窓口：八木教授）…… 7/1～9/30
4) 酒井 政道 【埼玉大学】〔客員准教授〕（窓口：朝日教授）…… 10/1～12/31
5) 小林 仁 【高エネルギー加速器研究機構】〔客員教授〕（窓口：吉田教授）…… H.23.1/1～3/31
6) 垣内 史敏 【慶応義塾大学】〔客員教授〕（窓口：安蘇教授）…… H.23.1/1～3/31

オープンラボトリー

教授（兼任） 中谷 和彦
 特任研究員 法澤 公寛
 事務補佐員 大橋 佳代子

a) 概要

オープンラボトリーは、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、2010 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	川合知二 特任教授	産業科学研究所
森勇介 教授	工学研究科	小林光 教授	産業科学研究所
福井希一 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	竹谷純一 教授	産業科学研究所
山崎義光 招聘教授	医学系研究科	松本和彦 教授	産業科学研究所
森博太郎 教授	超高压電子顕微鏡センター		

ナノ加工室

室長（兼任）教授
技術職員

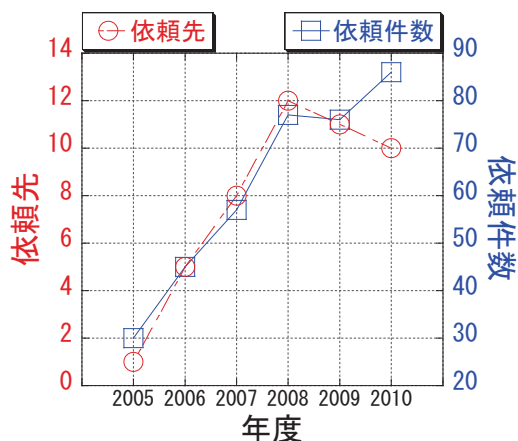
田中 秀和
谷畑 公昭、榊原 昇一

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ことを目的としている。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。

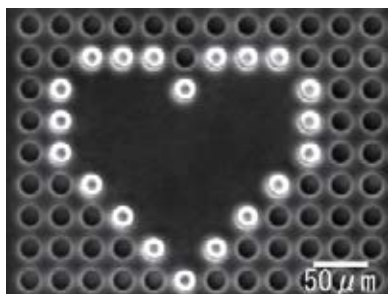
b) 成果

新しい活動内容としては、これまで扱ったことのない化合物の加工依頼があり、新しいガス種を組み合わせエッチングの試作することがあった。また、ミリメートル単位の厚さをウェットエッチングで加工することも行い、加工の幅が増えた。一方、2005年の発足以来、加工依頼は増え続けていたが、2008年度に飽和に達している。右のグラフに発足以来の依頼件数を示した。



・加工依頼

10 研究室から計 86 件の加工依頼があった。一例を下図に示した。



親水性・疎水性をパターンすることにより作製した、油内の水滴のパターン。外部操作によりハートの絵を描いてある。

・「nanotech 2011 国際ナノテクノロジー総合展・技術会議」への参加

2011 年 2 月 16 日～18 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た。活動内容をシンプルにまとめたパネルの展示と、オフセットプリントによるパターンニングを展示・実演してきた。

ナノテク先端機器室

室長（兼任）教授
研究員

田中 秀和
佐久間 美智子

a) 概要

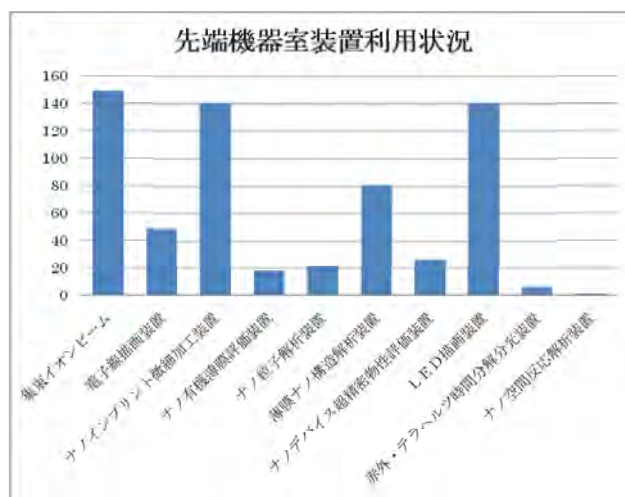
ナノテク先端機器室は、ナノテクノロジーに特化した最先端機器を設置し、ナノテクノロジー研究を戦略的に発展させるために、ナノテクノロジーセンターの改組拡充に伴い 2009 年度に発足した。極微細なナノデバイス構造を形成できる電子線露光装置を用いた超微細加工システムが設置されており、今年度さらに、ナノデバイス加工装置群、ナノデバイス構造評価装置群、ナノデバイス機能評価装置群からなるナノデバイス超精密加工・物性評価システムが導入され、無機物、金属酸化物、有機物、生体関連物質等の多様な材料のナノ構造形成および構造・機能・電子特性等の高精度解析および評価が可能となる。これら先端装置群により連携したナノテク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

右のグラフは先端機器室の装置別の使用状況をまとめたもので利用総数は 633 件、その中でも集束イオンビーム、ナノインプリント、LED 描画装置といった微細加工装置が多く利用されている。

機器説明会

LED 描画装置、薄膜ナノ構造解析装置、ナノ有機薄膜評価装置、赤外・テラヘルツ時間分解分光装置についての機器の説明会を行った。



阪大複合機能ナノファウンダリ

主任・特任教授(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・特任教授(兼任)	森 博太郎
教授	保田 英洋
特任研究員	大島 明博
特任研究員	北島 彰
特任研究員	コン クー ディン (平成 23 年 2 月 1 日採用)
派遣職員	村杉 政一
派遣職員	梁守 尚美
派遣職員	柏倉 美紀
派遣職員	樋口 宏二
派遣職員	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4年度目である本年度(H22年度)は105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H22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22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	0	0	8	12	1	0	13	23	1	2	26	43	2	2	47
装置利用	16	0	0	16	13	0	0	13	14	0	0	14	43	0	0	43
技術代行	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	1
技術相談	2	4	0	6	4	1	0	5	3	0	0	3	7	5	0	12
合 計	26	4	0	30	30	2	0	32	39	1	2	43	94	7	2	105

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160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「nanotech2011」に出展し、活動内容の紹介を行った。

- ① 2010年4月30-5月1日 紫外線を探す道具を作ろう（計94名参加）
- ② 2010年6月14-16日 電子線リソグラフィスクール（東工大ナノネットと共催）（講習22名 実習8名参加）
- ③ 2010年8月4-6日 ナノテク理科教室（計17名参加）
- ④ 2010年12月10日 電子顕微鏡スクール（27名参加）

編集後記

年次報告書、Vol.9 を発行いたします。早や、センター発足以来 9 年が過ぎました。また、改組後、2 年が経過し、新たな枠組みに漸く馴染んできたところです。編集してみて、改めて多様な成果と研究分野の広がりを実感する思いです。

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. 9 2010

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 23 年 3 月 31 日

印刷：

■発行日 2011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

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